

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

#3
20Maj02
R. Talha



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 6月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-182389

出 願 人

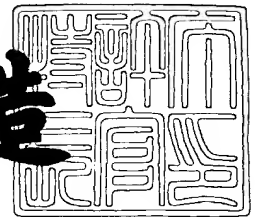
Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2001年 4月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3036260

【書類名】 特許願
【整理番号】 P004996
【提出日】 平成12年 6月19日
【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿
【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 吉本 智史

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁表面上に下地絶縁膜を形成する工程と、
前記下地絶縁膜上に保温膜を形成する工程と、
前記保温膜を部分的にエッチングして保温層を形成する工程と、
前記下地絶縁膜および前記保温層に接して半導体膜を形成する工程と、
前記半導体膜上に反射膜を形成する工程と、
前記反射膜において前記保温層と重なる領域をエッチングして反射層を形成する工程と、
レーザビームを照射して前記半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する工程と、
を有し、
前記保温層の上方に形成された前記結晶質半導体膜をチャネル形成領域とすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 2】 絶縁表面上に下地絶縁膜を形成する工程と、
前記下地絶縁膜上に保温膜を形成する工程と、
前記保温膜を部分的にエッチングして保温層を形成する工程と、
前記下地絶縁膜および前記保温層に接して第 1 の絶縁膜を形成する工程と、
第 1 の絶縁膜を部分的にエッチングする工程と、
前記下地絶縁膜および部分的にエッチングされた前記第 1 の絶縁膜に接して半導体膜を形成する工程と、
前記半導体膜上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、
前記第 2 の絶縁膜上に反射膜を形成する工程と、
前記反射膜において、前記保温層と重なる領域をエッチングして反射層を形成する工程と、
レーザビームを照射して前記半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する工程と、
を有し、

前記保温層の上方に形成された前記結晶質半導体膜をチャネル形成領域とすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 3】 絶縁表面上に下地絶縁膜を形成する工程と、
前記下地絶縁膜上に保温膜を形成する工程と、
前記保温膜を部分的にエッチングして保温層を形成する工程と、
前記下地絶縁膜および前記保温層に接して第 1 の絶縁膜を形成する工程と、
第 1 の絶縁膜を部分的にエッチングする工程と、
前記下地絶縁膜および部分的にエッチングされた第 1 の絶縁膜に接して半導体膜を形成する工程と、
前記半導体膜上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、
前記第 2 の絶縁膜上に反射膜を形成する工程と、
前記反射膜において前記保温層と重なる領域をエッチングして反射層を形成する工程と、
前記第 2 の絶縁膜において前記保温層と重なる領域をエッチングする工程と、
レーザービームを照射して前記半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する工程と、
を有し、
前記保温層の上方に形成された前記結晶質半導体膜をチャネル形成領域とすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】 絶縁表面上に下地絶縁膜を形成する工程と、
前記下地絶縁膜上に保温膜を形成する工程と、
前記保温膜を部分的にエッチングして保温層を形成する工程と、
前記下地絶縁膜および前記保温層に接して半導体膜を形成する工程と、
前記半導体膜上に反射膜を形成する工程と、
前記反射膜を部分的にエッチングして、上面形状が多角形であり、かつ前記多角形の少なくとも 1 つの頂点の角度が 60 度未満であり、かつ半導体膜を介して前記保温層の端面と一致する頂点を有する反射層を形成する工程と、
レーザービームを照射して前記半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する工程と、

を有し、

前記保温層の上方に形成された前記結晶質半導体膜をチャネル形成領域とすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 5】 絶縁表面上に下地絶縁膜を形成する工程と、

前記下地絶縁膜上に保温膜を形成する工程と、

前記保温膜を部分的にエッチングして保温層を形成する工程と、

前記下地絶縁膜および前記保温層に接して第 1 の絶縁膜を形成する工程と、

第 1 の絶縁膜を部分的にエッチングする工程と、

前記下地絶縁膜および部分的にエッチングされた前記第 1 の絶縁膜に接して半導体膜を形成する工程と、

前記半導体膜上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 2 の絶縁膜上に反射膜を形成する工程と、

前記反射膜を部分的にエッチングして、上面形状が多角形であり、かつ前記多角形の少なくとも 1 つの頂点の角度が 60 度未満であり、かつ半導体膜を介して前記保温層の端面と一致する頂点を有する反射層を形成する工程と、

レーザビームを照射して前記半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する工程と、

を有し、

前記保温層の上方に形成された前記結晶質半導体膜をチャネル形成領域とすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 6】 絶縁表面上に下地絶縁膜を形成する工程と、

前記下地絶縁膜上に保温膜を形成する工程と、

前記保温膜を部分的にエッチングして保温層を形成する工程と、

前記下地絶縁膜および前記保温層に接して第 1 の絶縁膜を形成する工程と、

第 1 の絶縁膜を部分的にエッチングする工程と、

前記下地絶縁膜および部分的にエッチングされた第 1 の絶縁膜に接して半導体膜を形成する工程と、

前記半導体膜上に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、

前記第 2 の絶縁膜上に反射膜を形成する工程と、

前記反射膜を部分的にエッチングして、上面形状が多角形であり、かつ前記多角形の少なくとも1つの頂点の角度が60度未満であり、かつ半導体膜を介して前記保温層の端面と一致する頂点を有する反射層を形成する工程と、

前記第2の絶縁膜において前記保温層と重なる領域をエッチングする工程と、

レーザビームを照射して前記半導体膜を結晶化して結晶質半導体膜を形成する工程と、

を有し、

前記保温層の上方に形成された前記結晶質半導体膜をチャネル形成領域とすることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれか一項において、前記保温膜は、メチル(CH_3)基、エチル(C_2H_5)基、プロピル(C_3H_7)基、ブチル(C_4H_9)基、ビニル(C_2H_3)基、フェニル(C_6H_5)基、 CF_3 基のいずれかを含有する酸化シリコン膜であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項8】 請求項1乃至6のいずれか一項において、前記保温層は、多孔質シリコン膜、または多孔質 SiO_2 膜であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項9】 請求項1乃至8のいずれか一項において、前記半導体装置は、液晶表示装置、EL表示装置またはイメージセンサであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項10】 請求項1乃至8のいずれか一項において、前記半導体装置は、携帯電話、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ゴーグル型ディスプレイ、パーソナルコンピュータ、DVDプレイヤー、電子辞書、または携帯型情報端末であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項11】 絶縁表面上に形成された保温層と、

前記保温層上に形成された半導体膜と、

を有し、

前記保温層上の半導体膜をTFTのチャネル形成領域としたことを特徴とする半導体装置。

【請求項12】 絶縁表面上に形成された保温層と、

前記保温層上に形成された絶縁層と、
前記絶縁層上に形成された半導体膜と、
を有し、

前記保温層上の半導体膜を T F T のチャネル形成領域としたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 または 1 2 において、前記保温層はメチル (CH_3) 基、エチル (C_2H_5) 基、プロピル (C_3H_7) 基、ブチル (C_4H_9) 基、ビニル (C_2H_3) 基、フェニル (C_6H_5) 基、 CF_3 基のいずれかを含有する酸化シリコンとしたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 1 または 1 2 において、前記保温層は多孔質シリコン膜、または多孔質 SiO_2 膜としたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 0 乃至 1 4 のいずれか一項に於いて、前記半導体装置は、液晶表示装置、E L 表示装置またはイメージセンサであることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 0 乃至 1 4 のいずれか一項に於いて、前記半導体装置は、携帯電話、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ゴーグル型ディスプレイ、パーソナルコンピュータ、DVD プレイヤー、電子辞書、または携帯型情報端末であることを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜トランジスタ（以下、T F T とする）で構成された回路を有する半導体装置の作製方法に関する。例えば、液晶表示装置に代表される電気光学装置、及び電気光学装置を部品として搭載した電気機器の構成に関する。また、前記装置の作製方法に関する。なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能し得る装置全般を指し、上記電気光学装置及び電気機器もその範疇にあるとする。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、ガラス等の絶縁基板上に形成された非晶質半導体膜に対し、レーザアニールを施して、結晶化させたり、結晶性を向上させる技術が広く研究されている。上記非晶質半導体膜には珪素がよく用いられる。

【 0 0 0 3 】

ガラス基板は、従来よく使用されてきた合成石英ガラス基板と比較し、安価で加工性に富んでおり、大面積基板を容易に作製できる利点を持っている。これが上記研究の行われる理由である。また、結晶化に好んでレーザが使用されるのは、ガラス基板の融点が低いからである。レーザは基板の温度を余り上昇させずに、非晶質半導体膜のみ高いエネルギーを与えることが出来る。

【 0 0 0 4 】

結晶質半導体は多くの結晶粒から形成されているため、多結晶半導体膜とも呼ばれる。レーザアニールを施して形成された結晶質半導体膜は、高い移動度を有するため、この結晶質半導体膜を用いて T F T を形成し、例えば、1 枚のガラス基板上に、画素駆動用と駆動回路用の T F T を作製する、モノリシック型の液晶電気光学装置等に盛んに利用されている。

【 0 0 0 5 】

また、出力の大きい、エキシマレーザ等のパルスレーザビームを、被照射面において、数 c m 角の四角いスポットや、長さ 1 0 c m 以上の線状となるように光学系にて加工し、レーザビームを走査させて(あるいはレーザビームの照射位置を被照射面に対し相対的に移動させて)、レーザアニールを行う方法が量産性が高く工業的に優れているため、広く用いられている。

【 0 0 0 6 】

特に、線状ビームを用いると、前後左右の走査が必要なスポット状のレーザビームを用いた場合とは異なり、線状レーザの長尺方向に直角な方向だけの走査で被照射面全体にレーザ照射を行うことが出来るため、量産性が高い。長尺方向に直角な方向に走査するのは、それが最も効率の良い走査方向であるからである。この高い量産性により、現在レーザアニール法にはパルス発振のエキシマレーザのレーザビームを適当な光学系で加工した線状ビームを使用することが、T F T を用いる液晶表示装置の製造技術の主流になりつつある。その技術は 1 枚のガラ

ス基板上に画素部を形成するTFT（画素TFT）と、画素部の周辺に設けられる駆動回路のTFTを形成したモノシリック型の液晶表示装置を可能とした。

【0007】

しかし、レーザアニール法で作製される結晶質半導体膜は複数の結晶粒が集合して形成され、その結晶粒の位置と大きさはランダムなものであった。ガラス基板上に作製されるTFTは素子分離のために、前記結晶質半導体を島状のパターニングに分離して形成している。その場合において、結晶粒の位置や大きさを指定して形成する事はできなかった。結晶粒内と比較して、結晶粒の界面（結晶粒界）には非晶質構造や結晶欠陥などに起因する再結合中心や捕獲中心が無数に存在している。この捕獲中心にキャリアがトラップされると、結晶粒界のポテンシャルが上昇し、キャリアに対して障壁となるため、キャリアの電流輸送特性を低下することが知られている。チャネル形成領域の半導体膜の結晶性は、TFTの特性に重大な影響を及ぼすが、結晶粒界の影響を排除して単結晶の半導体膜で前記チャネル形成領域を形成することはほとんど不可能であった。

【0008】

このような問題を解決するために、レーザアニール法において、位置制御され、しかも大粒径の結晶粒を形成する様々な試みがなされている。ここではまず、半導体膜にレーザビームを照射した後の前記半導体膜の固化過程について説明する。

【0009】

レーザビームの照射によって完全溶融した半導体膜中に結晶核が生成するまでにはある程度の時間が掛かり、完全溶融領域において均一（あるいは不均一）に無数の結晶核が生成することで、完全溶融した前記半導体膜の固化過程は終了する。この場合に得られる結晶粒の位置と大きさはランダムなものとなる。

【0010】

また、レーザビームの照射によって前記半導体膜が完全溶融することなく、固相半導体領域が部分的に残存している場合には、レーザビームの照射後、直ちに前記固相半導体領域から結晶成長が始まる。既に述べたように、完全溶融領域において結晶核が生成するにはある程度時間が掛かる。そのため、完全溶融領域にお

いて結晶核が生成するまでの間に、前記半導体膜の膜面に対する平行方向（以下、ラテラル方向と呼ぶ）に結晶成長の先端である固液界面が移動することで、結晶粒は膜厚の数十倍もの長さに成長する。このような成長は、完全溶融領域において均一（あるいは不均一）に無数の結晶核が生成することで終了する。以下、この現象をスーパーラテラル成長と言う。

【 0 0 1 1 】

非晶質半導体膜や多結晶半導体膜においても、前記スーパーラテラル成長が実現するレーザービームのエネルギー領域は存在する。しかし、前記エネルギー領域は非常に狭く、また、大結晶粒の得られる位置については制御できなかった。さらに、大結晶粒以外の領域は結晶核が無数に生成した微結晶領域、もしくは非晶質領域であった。

【 0 0 1 2 】

以上に説明したように、半導体膜が完全溶融するレーザービームのエネルギー領域でラテラル方向の温度勾配を制御する（ラテラル方向への熱流を生じさせる）ことが出来れば、結晶粒の成長位置および成長方向を制御することが出来る。この方法を実現するために様々な試みがなされている。

【 0 0 1 3 】

例えば、「Lateral Growth control in excimer laser crystallized polysilicon:Thin Solid Films 337 (1999),p137-p142」では、位置制御された結晶粒を形成する方法について述べている。まず、非晶質半導体膜上に金属膜（Cr単層、またはAl/Crの積層）を形成し、部分的にエッチングを行なって、金属膜のある領域とない領域を形成する。波長308nmでのCrの反射率は約60%であり、また、Alの反射率は約90%であるため、波長308nmのレーザービームを照射すると、金属膜の下方の非晶質半導体領域は金属膜でキャップされていない非晶質半導体領域に比べてレーザービームが照射されないことになる。つまり、金属膜の下方の非晶質半導体領域と、金属膜でキャップされていない非晶質半導体領域とで温度勾配が生じる。そのため、金属膜の下方の非晶質半導体領域で生成した結晶核は、まだ溶融状態にある金属膜でキャップされていない非晶質半導体領域へとラテラル成長し、1～2μmの結晶粒が形成されることが報告さ

れている。

【 0 0 1 4 】

東工大の松村正清氏は、第 4 7 回応用物理学関係連合講演会において、位置制御された大粒径の結晶粒を形成する方法について発表している。基板上に有機 SOG 膜を形成し、前記有機 SOG 膜上に酸化シリコン膜を形成し、前記酸化シリコン膜上に非晶質珪素膜を形成し、前記非晶質珪素膜中には絶縁層（埋め込み絶縁層）を埋め込んでいる（図 6（C））。前記埋め込み絶縁層は上面形状が四角形で、かつ前記四角形の少なくとも 1 つの頂点の角度を 60 度になっている。また、基板上に有機 SOG 膜を介して酸化シリコン膜を形成しているが、酸化シリコン膜はランダムに Si-O 結合のネットワークを形成しているので、レーザービームの照射によるエネルギーの基板への流出を容易なものとしている。しかし、炭素を含む官能基を含有する酸化シリコン（本明細書中では炭素を含む官能基を含有する酸化シリコンを官能基含有酸化シリコンと定義する。）は、官能基で結合手が終端するので、Si-O 結合のネットワークの形成に関与しない。そのため、官能基含有酸化シリコンは熱の伝搬速度が低下し、保温効果を有する膜として有効に作用する。以下、本明細書中では熱の伝搬速度が低く、保温効果を有する膜を保温膜と定義する。また、レーザービームを照射する際には、位相シフトマスク（図 6（A））を用いて、レーザービームのエネルギーに勾配を持たせて（図 6（B））照射する。このようにして、位置制御された大粒径の結晶粒を形成すると言うものである。

【 0 0 1 5 】

「R.Ishihara and A.Burtsev: AM-LCD '98., p153-p156, 1998」では、基板と下地の酸化シリコン膜との間に高融点金属膜を形成し、前記高融点金属膜の上方に非晶質珪素膜を形成し、エキシマレーザのレーザービームを基板の表面側（本明細書中では膜が形成されている面と定義する）と裏面側（本明細書中では膜が形成されている面と反対側の面と定義する）の両側から照射するレーザアニール法についての報告がある。基板の表面側から照射されるレーザービームは、珪素膜に吸収されて熱に変わる。一方、基板の裏面側から照射されるレーザービームは前記高融点金属膜に吸収されて熱に変わり、前記高融点金属膜を高温で加熱する。加熱さ

れた前記高融点金属膜と珪素膜の間の前記酸化シリコン膜が、熱の蓄積層として働くため、溶融している珪素膜の冷却速度を遅くすることができる。ここでは、高融点金属膜を任意の場所に形成することにより、任意の場所に最大で直径6.4 μm の結晶粒を得ることができることが報告されている。

【0016】

また、コロンビア大のJames S. Im氏らは、任意の場所にスーパーラテラル成長を実現させることの出来るSequential Lateral Solidification method (以下、SLS法と言う。)を示した。SLS法は、1ショット毎にスリット状のマスクをスーパーラテラル成長が行なわれる距離程度(約0.75 μm)移動させて、結晶化を行なうものである。

【0017】

【本発明が解決しようとする課題】

非晶質半導体膜上に金属膜を部分的に形成し、レーザービームを照射して、結晶化を行なう方法は、得られる結晶粒の粒径が1~2 μm と小さいことと、結晶粒の形成される位置は制御できても、単結晶単位では形成する位置を制御することが出来なかった。また、非晶質半導体膜上に直接金属膜を形成しているため、非晶質半導体膜中へ金属元素が拡散し、前記非晶質半導体膜を結晶化して結晶質半導体を用いてTFETを作製すると、前記TFETの特性を低下させる原因となる可能性があった。さらに、金属膜や非晶質半導体膜にクラックやピーリングを発生させる可能性があった。

【0018】

松村氏らの発表による方法では、レーザービームのエネルギー勾配を作るための位相シフトマスクを用いる必要がある。そのため、位相シフトマスクと埋め込み絶縁層との相対的な位置決め技術にミクロンオーダーの精密な制御が必要であり、通常のレーザー照射装置と比較して複雑な装置になる。また、レーザービームを照射して半導体膜が溶融状態から冷却するとき、埋め込み絶縁層の上面形状は四角形であり、前記四角形の少なくとも1つの頂点の角度は60度と広いため、前記頂点付近の下方に存在する前記半導体膜中で結晶核が多数生成される。そのため、成長する結晶同士が衝突し合い、大粒径の結晶粒の形成される確率が低い

と言う問題点があった。さらに、非晶質珪素膜中に絶縁層を埋め込むと言う複雑な構造をしており、TFTを作製した際、TFTの実際の機能とは関係のない前記絶縁層が残ってしまうと言う問題があった。

【0019】

R. Ishihara氏らの方法により形成された半導体膜を活性層としてトップゲート型のTFTを作製することは構造的には可能である。しかしながら、半導体膜と高融点金属膜との間に設けられた酸化シリコン膜により寄生容量が発生するので、消費電力が増加し、TFTの高速動作を実現することは困難となる。一方、高融点金属膜をゲート電極とすることにより、ボトムゲート型または逆スタガ型のTFTに対しては有効に適用でき得ると考えられる。しかし、非晶質珪素膜／高融点金属膜／酸化シリコン膜／基板の構造において、半導体膜の膜厚を除いたとしても、高融点金属膜と酸化シリコン膜の膜厚は、結晶化工程において適した膜厚と、TFT素子としての特性において適した膜厚とは必ずしも一致しないので、結晶化工程における最適設計と素子構造の最適設計とを両方同時に満足することができない。

【0020】

また、透光性のない高融点金属膜をガラス基板の全面に形成すると、透過型の液晶表示装置を作製することは不可能になってしまう。高融点金属材料として使用されるクロム(Cr)膜やチタン(Ti)膜は内部応力が高いので、ガラス基板との密着性に問題が生じる可能性が高い。さらに、内部応力の影響はこの上層に形成する半導体膜へも及び、形成された結晶質半導体膜に歪みを与える力として作用する可能性が高い。

【0021】

一方、TFTにおいて重要なパラメータである閾値電圧（以下、 V_{th} と記す。）を所定の範囲内に制御するためには、チャネル形成領域の荷電子制御のほかに、活性層に密接して絶縁膜で形成する下地膜やゲート絶縁膜の荷電欠陥密度を低減させることや、その内部応力のバランスを考慮する必要がある。このような要求に対して、酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜などのシリコンを構成元素として含む材料が適していた。したがって、基板と下地膜との間に高融点金属膜を

設けることは、そのバランスを崩してしまうことが懸念される。

【0022】

また、SLS法は、マスクと基板との相対的な位置決め技術にミクロンオーダーの精密な制御が必要であり、通常のレーザ照射装置と比較して複雑な装置になってしまう。さらに、大面積領域を有する液晶ディスプレイに適用されるTF Tの作製に用いるにはスループットに問題がある。

【0023】

本発明はこれらのような問題点を解決するための技術であり、結晶粒の位置とその大きさを制御した結晶質半導体膜を作製し、さらに前記結晶質半導体膜をTF Tのチャネル形成領域に用いることにより、高速動作が可能なTF Tを実現する。さらにそのようなTF Tを透過型の液晶表示装置やエレクトロルミネッセンス材料を用いた表示装置などのさまざまな半導体装置に適用できる技術を提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】

本発明は、レーザアニール法で作製される結晶質半導体膜の結晶粒の大粒径化を実現するために、半導体膜と基板との間に保温層を形成して熱の流出速度を低下させ、レーザービームの照射によって加熱された半導体膜の冷却過程を緩やかなものとし、かつ、半導体膜上に前記保温層と重ならない位置に部分的に反射膜（本明細書中では反射率の高い膜を反射膜と定義する。）を形成して半導体膜中での温度勾配を作ることによって、位置制御された結晶粒を得るものとする。結晶成長距離は成長時間と成長速度の積に比例するので、冷却速度が緩やかとなり成長時間が長くなることで大粒径化を実現し、かつ位置制御することができる。

【0025】

保温層はメチル（ CH_3 ）基、エチル（ C_2H_5 ）基、プロピル（ C_3H_7 ）基、ブチル（ C_4H_9 ）基、ビニル（ C_2H_3 ）基、フェニル（ C_6H_5 ）基、 CF_3 基のいずれかを含有する酸化シリコン（官能基含有酸化シリコン）で形成する。これらのうちいずれかの官能基を有する酸化シリコンは、官能基で結合手が終端するので、 $\text{Si}-\text{O}$ 結合のネットワークの形成に関与しない。そのため、熱の伝搬速度

が低下し、保温層として有効に作用する。保温層の他の形態として多孔質シリコン膜や多孔質 SiO_2 膜を用いることも有効である。多孔質シリコン膜および多孔質 SiO_2 は空孔のために熱の伝搬速度が低下するので、保温層として利用できる。ただし、前記保温層に前記官能基含有酸化シリコンを用いた場合、前記官能基を有する酸化シリコンから不純物の拡散を防ぐため、絶縁膜を形成するのが望ましい。また、保温層として多孔質シリコンまたは多孔質 SiO_2 を用いた場合も、多孔質シリコン膜または多孔質 SiO_2 膜の表面の平坦性を保つため、やはり絶縁膜を形成するのが望ましい。

【0026】

半導体膜上に部分的に反射層を形成して、半導体膜に対するレーザービームの実効的な照射強度を変化させること方法について説明する。レーザービームの実効的な照射強度の分布を作るためには、半導体膜上に部分的に反射層を形成し、レーザービームを照射すればよい。ここでは、反射層として金属膜を、半導体膜として非晶質珪素膜を例に挙げて説明する。

【0027】

図4に示すように、非晶質珪素膜55nmにレーザービームを照射すると、レーザービームの波長によって反射率が変化する。また、図5に示すように金属膜に対してレーザービームを照射した場合も、レーザービームの波長によって反射率は変化する。ここで、半導体膜上に部分的に反射層を形成して、半導体膜に対するレーザービームの実効的な照射強度を作るためには、反射層に対する反射率と半導体膜に対する反射率と少なくとも同程度か、反射層に対する反射率の方が高くなるようにする。ただし、レーザービームの波長、半導体膜の種類および膜厚、反射層の種類などによって反射率は異なるので、その都度、最適な条件は異なる。

【0028】

このような方法で、前記反射層と半導体膜に対し実効的なエネルギーの照射強度の分布を作れば、反射層の下方に存在する前記半導体膜ではレーザービームの照射強度が弱く、完全に溶融しなくなる。既に述べたように、固相半導体領域が部分的に残存している場合には、レーザービームの照射後、直ちに前記固相半導体領域から結晶成長が始まる。完全溶融領域において結晶核が生成するまでの間に、ラ

テラル方向に結晶成長の先端である固液界面が移動することで、結晶が成長するので、大粒径の結晶粒を形成することができる。ただし、半導体膜上に直接反射膜を形成すると、反射層から半導体膜中へ不純物が拡散する可能性が高く、また、半導体膜や反射層にクラックやピーリングが生じる可能性も高い。そのため、前記半導体膜と反射膜の間に絶縁膜を形成するのが望ましい。

【 0 0 2 9 】

また、反射層の上面形状は多角形であり、かつ前記多角形は角度が60度未満の頂点を有するものとする。このような形状にすると、レーザビームを照射したときに前記頂点の下方の半導体膜中での結晶核の生成密度が低くなり、成長する結晶同士が衝突し合うのを防ぐことが出来る。

【 0 0 3 0 】

さらに前記絶縁膜を反射防止膜として機能させることも出来る。酸化シリコン膜の膜厚をパラメータとし、非晶質半導体膜55nmに酸化シリコン膜を形成して、レーザビームを照射したときの反射率の変化する例を図4に示す。ただし、図4(A)は波長308nmのレーザビームを照射した例であり、図4(B)は波長532nmのレーザビームを照射した例である。図4から、反射率は周期的に変化しており、反射率の低いときの膜厚にすれば、反射防止膜として機能することがわかる。

【 0 0 3 1 】

このように、保温層を半導体膜と基板との間に介在させ、かつ半導体膜上で前記保温層と重ならない位置に反射膜を形成してレーザアニール法により作製される結晶質半導体膜は、さまざまな半導体装置に適用できる。特に、TFTの活性層を形成するのに適している。

【 0 0 3 2 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図1～2の断面図を用いて説明する。但し、図1(B)および図2(C)においては断面図と同時に上面図も記載した。

【 0 0 3 3 】

基板11の上に下地絶縁膜12を公知の手段(LPCVD法、プラズマCVD法

等)により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。

【0034】

前記下地絶縁膜12上に保温膜13をメチル(CH_3)基、エチル(C_2H_5)基、プロピル(C_3H_7)基、ブチル(C_4H_9)基、ビニル(C_2H_3)基、フェニル(C_6H_5)基、 CF_3 基のいずれかを含有する酸化シリコン膜(官能基含有酸化シリコン膜)、または、多孔質シリコン膜や多孔質 SiO_2 で形成する。

【0035】

保温膜13の熱伝導率は、基板(石英基板の場合 $1.4\text{W/m}\cdot\text{K}$)や、酸化シリコン($1\sim 2\text{W/m}\cdot\text{K}$)であることから、 $1.0\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以下、好ましくは $0.3\text{W/m}\cdot\text{K}$ 以下であることが望ましい。

【0036】

これらのうち、いずれかの方法で保温膜13を形成した後、フォトリソグラフィの技術を用いてレジストマスクを形成し、保温膜13における不要な部分をエッチングして、保温層14を形成する。

【0037】

続いて、前記保温層14を官能基含有酸化シリコン膜で形成した場合、前記保温層14からの不純物が後工程で形成する半導体膜中に拡散するのを防ぐため、第1の絶縁膜15を形成するのが望ましい。第1の絶縁膜15として公知の手段(LPCVD法、プラズマCVD法等)により窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、または酸化シリコン膜を形成する。また、前記保温膜14を多孔質シリコン膜または多孔質 SiO_2 で形成した場合も、前記保温層14の表面には約 10^{11} 個/ cm^2 の空孔があるため、平坦化するためにも、公知の手段により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで絶縁膜15を形成する。

【0038】

フォトリソグラフィの技術を用いてレジストマスクを形成し、第1の絶縁膜15における不要な部分をエッチングして、第1の絶縁層16を形成する。

【0039】

次に、半導体膜17をプラズマCVD法やスパッタ法などの公知の手段で $10\sim$

200 nm (好ましくは30~100 nm)の厚さに形成する。但し、前記半導体膜17としては、非晶質半導体膜や微結晶半導体膜、多結晶半導体膜などがあり、非晶質シリコンゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜を適用しても良い。

【0040】

前記半導体膜17上に後工程で形成する反射膜からの不純物が前記半導体膜中に拡散するのを防ぐため、第2の絶縁膜18を形成するのが望ましい。また、前記第2の絶縁膜18を同時に反射防止膜としても機能させるのであれば、図3に示したように、レーザビームの波長に応じた最適な膜厚にする必要がある。前記第2の絶縁膜18として、公知の手段(LPCVD法、プラズマCVD法等)により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。

【0041】

前記第2の絶縁膜18上に反射膜19を形成する。前記反射膜19として、金属膜を形成するなら、スパッタ法や蒸着法など公知の手段により10~200 nm (好ましくは10~100 nm)の厚さに形成する。前記金属膜として、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。

【0042】

前記反射膜19を形成した後、フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、不要な部分をエッチングして、反射層20を形成する。前記反射層20の形状は特に限定しないが、上面形状は少なくとも1つの角度が60度未満である頂点を有する多角形であるのが望ましい。以下、角度が60度未満の頂点を頂点Aとする。このような形状にすれば、レーザビームを照射し、半導体膜が冷却する過程において、前記頂点A付近の下方に存在する半導体膜中での結晶核の生成密度を低くし、成長する結晶同士が衝突し合うのを防ぐことが出来るからである。

【0043】

続いて、第2の絶縁膜18を反射防止膜として機能させない場合は、前記反射層

と重なる領域以外の前記第 2 の絶縁膜をフォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、エッチングして第 2 の絶縁層 2 1 を形成する。

【 0 0 4 4 】

図 2 (A) は基板の表面側からレーザービームを照射する結晶化工程を説明する図である。レーザーアニール法による結晶化は、まず半導体膜が含有する水素を放出させておくことが望ましく、400～500℃で窒素雰囲気中に 1 時間程度曝して、含有する水素量を 5 atom% 以下にしておくが良い。これにより、膜の耐レーザー性が著しく向上する。

【 0 0 4 5 】

レーザーアニール法において用いるレーザー発振器について説明する。エキシマレーザーは大出力で、現状で 300 Hz 程度の高周波パルスを発振出来るため、良く用いられている。また、パルス発振のエキシマレーザーだけでなく、連続発振のエキシマレーザーや、Ar レーザ、YAG レーザ、YVO₄ レーザ、YLF レーザ等も用いることが出来る。また、レーザービームの照射は真空中、大気中、窒素雰囲気中などで行なうことが出来る。さらに、レーザービームを照射する際に基板を 500 度程度まで加熱しても良い。こうすることで半導体膜における熱の流出速度の低下が期待され、結晶粒の粒径を拡大することが出来る。

【 0 0 4 6 】

前述のいずれかのレーザー発振器を用い、また、いずれかの雰囲気中で、基板の表面側からレーザービームを照射し、前記半導体膜の結晶化を行なう。

【 0 0 4 7 】

ここで、図 2 (B) および (C) に示すように、反射層の両端を境界とし、保温層 1 4 を含む領域を領域 A、反射層 2 0 を含む領域を領域 B、保温層 1 4 および反射層 2 0 を含まない領域を領域 C とする。

【 0 0 4 8 】

レーザービームが照射されることにより、半導体膜は溶融状態になる。しかし、領域 B の半導体膜は前記半導体膜上に反射層が存在し、前記反射層によってレーザービームが反射されるため、領域 A および領域 C の半導体膜に比べて、領域 B の半導体膜はレーザービームの実効的な照射強度が低くなる。そのため、反射層の下

方には固相半導体領域 2 3 が残存し、レーザビームの照射後、直ちに前記固相半導体領域 2 3 から半導体膜の内部に生じた温度勾配を利用して結晶成長する。特に、頂点 A 付近の固相半導体領域 2 3 では、前記頂点 A の角度が 6 0 度未満と狭いため、結晶核 2 4 の生成密度は低くなっており、さらに、領域 A の半導体膜は保温層 1 4 の存在により熔融状態が長く続くため、前記結晶核 2 4 は領域 A に向かって結晶成長が進行する。このようにして、領域 A の半導体膜において大粒径の結晶粒が形成される。また、領域 C では半導体膜の下方に保温層 1 4 が存在しないため、領域 A よりも冷却が早く、結晶核が生成し、結晶成長が起こる。

【 0 0 4 9 】

レーザビームを照射して形成された前記結晶質半導体膜 2 5 は、3 ～ 1 0 0 % の水素を含む雰囲気中で 3 0 0 ～ 4 5 0 ℃ の加熱処理、あるいは、プラズマによって生成された水素を含む雰囲気中で 2 0 0 ～ 4 5 0 ℃ の加熱処理によって、残留する欠陥を減少することができる。

【 0 0 5 0 】

反射層をフォトリソグラフィ法等により除去した後、第 2 の絶縁膜（または第 2 の絶縁層）をフォトリソグラフィ法等により除去する。

【 0 0 5 1 】

このようにして作製された結晶質半導体膜 2 5 において、図 2 (C) の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域 2 6 をチャネル形成領域として、T F T を作製することにより、前記 T F T の電気的特性を向上させることが出来る。

【 0 0 5 2 】

[実施例 1]

本発明の実施例について図 1 ～ 2 の断面図を用いて説明する。但し、図 1 (B) および図 2 (C) においては断面図と同時に上面図も記載した。

【 0 0 5 3 】

図 1 (A) において基板 1 1 には、合成石英ガラス基板、バリウムホウケイ酸ガラスアルミノホウケイ酸ガラスなどの無アルカリガラスと言ったガラス基板、または P C (ポリカーボネート)、P A r (ポリアリレート)、P E S (ポリエー

テルスルホン)、PET (ポリエチレンテレフタレート) と言った透明フィルムを用いても良い。例えば、コーニング社製の7059ガラスや1737ガラスなどを好適に用いることが出来る。

【0054】

前記基板11の上に下地絶縁膜12を公知の手段(LPCVD法、プラズマCVD法等)により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例では膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜(組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%)を形成した。

【0055】

前記下地絶縁膜12上に保温膜13を官能基含有酸化シリコン膜で形成する。保温層13をメチル(CH_3)基、エチル(C_2H_5)基、プロピル(C_3H_7)基、ブチル(C_4H_9)基、ビニル(C_2H_3)基、フェニル(C_6H_5)基、 CF_3 基のいずれかを含有する酸化シリコン膜で形成する方法について説明する。作製方法は原料とする有機材料にも依存するが、気相法または液相法を用いる。保温膜13の膜厚は、100nm~1000nm(好ましくは、200~500nm)とすることが望ましい。この膜厚を最適化することにより、レーザアニール工程における半導体膜の冷却速度を制御する。100nmより薄い場合には十分な保温効果を得ることができない。また、1000nmよりも厚いと、後工程で形成する半導体膜にクラック(亀裂)などがはいるので好ましくない。本実施例では膜厚50nmのメチル(CH_3)基含有酸化シリコン膜を形成した。

【0056】

保温膜13を形成した後、フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、保温膜13における不要な部分をエッチングして、保温層14を形成する。前記エッチングにはフッ素系のガスを用いたドライエッチング法を用いても良いし、フッ素系の水溶液を用いたウエットエッチング法を用いても良い。前記ウエットエッチング法を選択する場合には、例えば、フッ化水素アンモニウム(NH_4HF_2)を7.13%とフッ化アンモニウム(NH_4F)を15.4%含む混合液(ステラケミファ社製、商品名LAL500)でエッチングしても良い。

【0057】

続いて、前記保温層14からの不純物が後工程で形成する半導体膜中に拡散するのを防ぐため、第1の絶縁膜15を形成する。第1の絶縁膜15として公知の手段（LPCVD法、プラズマCVD法等）により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。

【0058】

フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、第1の絶縁膜15における不要な部分をエッチングして、第1の絶縁層16を形成する。前記エッチングにはフッ素系のガスを用いたドライエッチング法を用いても良いし、フッ素系の水溶液を用いたウェットエッチング法を用いても良い。前記ウェットエッチング法を選択する場合には、例えば、フッ化水素アンモニウム（ NH_4HF_2 ）を7.13%とフッ化アンモニウム（ NH_4F ）を15.4%含む混合液（ステラケミファ社製、商品名LAL500）でエッチングしても良い。

【0059】

次に、半導体膜17をプラズマCVD法やスパッタ法などの公知の手段で10～200nm（好ましくは30～100nm）の厚さに形成する。但し、前記半導体膜17としては、非晶質半導体膜や微結晶半導体膜、多結晶半導体膜などがあり、非晶質シリコンゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜を適用しても良い。本実施例では、プラズマCVD法を用い、55nmの非晶質珪素膜を成膜した。

【0060】

前記半導体膜17上に後工程で形成する反射膜からの不純物が前記半導体膜中に拡散するのを防ぐため、第2の絶縁膜18を形成する。前記絶縁膜18として、公知の手段（LPCVD法、プラズマCVD法等）により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例では膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜（組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%）を形成した。

【0061】

前記第2の絶縁膜18上に反射膜19を形成する。前記反射膜19として、金

属膜を形成するなら、スパッタ法や蒸着法など公知の手段により10～200nm（好ましくは10～100nm）の厚さに形成する。前記金属膜として、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。本実施例では膜厚50nmのCr膜（組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%）を形成した。

【0062】

前記反射膜19を形成した後、フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、不要な部分をエッチングして、反射層20を形成する。反射層20の形状は特に限定しないが、上面形状は少なくとも1つの角度が60度未満である頂点を有する多角形であるのが望ましい。以下、角度が60度未満の頂点を頂点Aとする。このような形状にすれば、レーザービームを照射し、半導体膜が冷却する過程において、前記頂点A付近の下方に存在する半導体膜中での結晶核の生成密度を低くし、成長する結晶同士が衝突し合うのを防ぐことが出来るからである。

【0063】

続いて、第2の絶縁膜18において、反射層と重なる領域以外の第2の絶縁膜をフォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、エッチングして第2の絶縁層21を形成する。

【0064】

図2（A）は基板の表面側からレーザービームを照射する結晶化工程を説明する図である。レーザーアニール法による結晶化は、まず半導体膜が含有する水素を放出させておくことが望ましく、400～500℃で窒素雰囲気中に1時間程度曝して、含有する水素量を5atom%以下にしておくが良い。これにより、膜の耐レーザー性が著しく向上する。

【0065】

レーザーアニール法において用いるレーザー発振器について説明する。エキシマレーザーは大出力で、現状で300Hz程度の高周波パルスを発振出来るため、良く用いられている。また、パルス発振のエキシマレーザーだけでなく、連続発振のエ

キシマレーザや、Arレーザ、YAGレーザ、YVO₄レーザ、YLFレーザ等も用いることが出来る。また、レーザビームの照射は真空中、大気中、窒素雰囲気中などで行なうことが出来る。さらに、レーザビームを照射する際に基板を500度程度まで加熱しても良い。こうすることで半導体膜における熱の流出速度の低下が期待され、結晶粒の粒径を拡大することが出来る。

【0066】

本実施例では、パルス発振のXeClエキシマレーザ発振器を用い、また、大気中で、基板の表面側からレーザビームを照射し、前記半導体膜の結晶化を行なった。

【0067】

ここで、図2(B)および(C)に示すように、反射層の両端を境界とし、保温層14を含む領域を領域A、反射層20を含む領域を領域B、保温層14および反射層20を含まない領域を領域Cとする。

【0068】

レーザビームが照射されることにより、半導体膜は溶融状態になる。しかし、領域Bの半導体膜は前記半導体膜上に反射層が存在し、前記反射層によってレーザビームが反射されるため、領域Aおよび領域Cの半導体膜に比べて、領域Bの半導体膜はレーザビームの実効的な照射強度が低くなる。そのため、反射層の下方には固相半導体領域23が残存し、レーザビームの照射後、直ちに前記固相半導体領域23から半導体膜の内部に生じた温度勾配を利用して結晶成長する。特に、頂点A付近の固相半導体領域23では、前記頂点Aの角度が60度未満と狭いため、結晶核24の生成密度は低くなっており、さらに、領域Aの半導体膜は保温層14の存在により溶融状態が長く続くため、前記結晶核24は領域Aに向かって結晶成長が進行する。このようにして、領域Aの半導体膜において大粒径の結晶粒が形成される。また、領域Cでは半導体膜の下方に保温層14が存在しないため、領域Aよりも冷却が早く、結晶核が生成し、結晶成長が起こる。

【0069】

レーザビームを照射して形成された前記結晶質半導体膜25は、3～100%の水素を含む雰囲気中で300～450℃の加熱処理、あるいは、プラズマによ

って生成された水素を含む雰囲気中で200～450℃の加熱処理によって、残留する欠陥を減少することができる。

【0070】

反射層をフォトリソグラフィ法等により除去した後、第2の絶縁層をフォトリソグラフィ法等により除去する。

【0071】

このようにして作製された結晶質半導体膜25において、図2(C)の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域26をチャンネル形成領域として、TFTを作製することにより、前記TFTの電気的特性を向上させることが出来る。

【0072】

[実施例2]

本実施例は、実施例1と異なる作製方法の一例を示す。なお、本実施例は、実施例1とは保温膜13の形成方法の工程が異なっているだけでその後の工程は実施例1と同一であるため、省略する。

【0073】

まず、実施例1と同様に基板を用意する。基板11には、合成石英ガラス基板、バリウムホウケイ酸ガラスアルミノホウケイ酸ガラスなどの無アルカリガラスと言ったガラス基板、またはPC（ポリカーボネート）、PAr（ポリアリレート）、PES（ポリエーテルスルホン）、PET（ポリエチレンテレフタレート）と言った透明フィルムを用いても良い。例えば、コーニング社製の7059ガラスや1737ガラスなどを好適に用いることが出来る。

【0074】

前記基板11の上に下地絶縁膜12を公知の手段（LPCVD法、プラズマCVD法等）により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例では膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜（組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%）を形成した。

【0075】

前記下地絶縁膜12上に保温膜13をメチル（CH₃）基、エチル（C₂H₅）基

、プロピル (C_3H_7) 基、ブチル (C_4H_9) 基、ビニル (C_2H_3) 基、フェニル (C_6H_5) 基、 CF_3 基のいずれかを含有する酸化シリコン膜で形成する方法について説明する。その作製方法の一例は、TEOSと O_2 とを混合し、反応圧力 $20 \sim 100 Pa$ 、基板温度 $200 \sim 350 ^\circ C$ として、高周波 ($13.56 MHz$) 電力密度 $0.1 \sim 0.5 W/cm^2$ でグロー放電を形成する。最適な作製条件は実際に使用する装置の特性にも依存するが、基板温度と電力密度を低下させて未分解の C_xH_y 結合を残留させることにより官能基含有酸化シリコン膜を形成することができる。本実施例では膜厚 $50 nm$ のメチル基含有酸化シリコン膜を形成した。

【0076】

保温膜 12 の熱伝導率は、基板 (石英基板の場合 $1.4 W/m \cdot K$) や、酸化シリコン ($1 \sim 2 W/m \cdot K$) であることから、 $1.0 W/m \cdot K$ 以下、好ましくは $0.3 W/m \cdot K$ 以下であることが望ましい。

【0077】

保温膜 13 を形成した後、フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、保温膜 13 における不要な部分をエッチングして、保温層 14 を形成する。前記エッチングにはフッ素系のガスを用いたドライエッチング法を用いても良いし、フッ素系の水溶液を用いたウエットエッチング法を用いても良い。前記ウエットエッチング法を選択する場合には、例えば、フッ化水素アンモニウム (NH_4HF_2) を 7.13% とフッ化アンモニウム (NH_4F) を 15.4% 含む混合液 (ステラケミファ社製、商品名 LAL500) でエッチングしても良い。

【0078】

以降の工程は、実施例 1 に従えば、図 2 (C) で示す結晶質半導体膜を形成することができ、図 2 (C) の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域 26 をチャネル形成領域として、TFT を作製することにより、前記 TFT の電気的特性を向上させることが出来る。

【0079】

[実施例 3]

本実施例は、実施例 1 と異なる作製方法の一例を示す。なお、本実施例は、実施例 1 とは保温膜 1 3 の形成方法の工程が異なっているだけでその後の工程は実施例 1 と同一であるため、省略する。

【0080】

まず、実施例 1 と同様に基板を用意する。基板 1 1 には、合成石英ガラス基板、バリウムホウケイ酸ガラスアルミノホウケイ酸ガラスなどの無アルカリガラスと言ったガラス基板、または PC (ポリカーボネート)、PAr (ポリアリレート)、PEs (ポリエーテルスルホン)、PET (ポリエチレンテレフタレート) と言った透明フィルムを用いても良い。例えば、コーニング社製の 7059 ガラスや 1737 ガラスなどを好適に用いることが出来る。

【0081】

前記基板 1 1 の上に下地絶縁膜 1 2 を公知の手段 (LPCVD 法、プラズマ CVD 法等) により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例では膜厚 50 nm の酸化窒化シリコン膜 (組成比 Si = 32%、O = 27%、N = 24%、H = 17%) を形成した。

【0082】

前記下地絶縁膜 1 2 上に保温膜 1 3 として、フェニル基含有の酸化シリコン膜を形成する。その作製方法の一例は、フェニルトリクロロシラン (PhSiCl_3) と水 (H_2O) の混合気体を 60 ~ 100 °C に加熱した基板上に直接形成させる。本実施例では膜厚 50 nm のフェニル基含有酸化シリコン膜を形成した。

【0083】

保温膜 1 3 の熱伝導率は、基板 (石英基板の場合 1.4 W/m·K) や、酸化シリコン (1 ~ 2 W/m·K) であることから、1.0 W/m·K 以下、好ましくは 0.3 W/m·K 以下であることが望ましい。

【0084】

保温膜 1 3 を形成した後、フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、保温膜 1 3 における不要な部分をエッチングして、保温層 1 4 を形成する。前記エッチングにはフッ素系のガスを用いたドライエッチング法を用いても良いし、フッ素系の水溶液を用いたウェットエッチング法を用いても良い。前

記ウェットエッチング法を選択する場合には、例えば、フッ化水素アンモニウム (NH_4HF_2) を 7.13% とフッ化アンモニウム (NH_4F) を 15.4% 含む混合液 (ステラケミファ社製、商品名 LAL500) でエッチングしても良い。

【0085】

以降の工程は、実施例 1 に従えば、図 2 (C) で示す結晶質半導体膜を形成することができ、図 2 (C) の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域 26 をチャネル形成領域として、TFT を作製することにより、前記 TFT の電気的特性を向上させることが出来る。

[実施例 4]

本実施例は、実施例 1 と異なる作製方法の一例を示す。なお、本実施例は、実施例 1 とは保温膜 13 の形成方法の工程が異なっているだけでその後の工程は実施例 1 と同一であるため、省略する。

【0086】

まず、実施例 1 と同様に基板を用意する。基板 11 には、合成石英ガラス基板、バリウムホウケイ酸ガラスアルミノホウケイ酸ガラスなどの無アルカリガラスと言ったガラス基板、または PC (ポリカーボネート)、PAr (ポリアリレート)、PES (ポリエーテルスルホン)、PET (ポリエチレンテレフタレート) と言った透明フィルムを用いても良い。例えば、コーニング社製の 7059 ガラスや 1737 ガラスなどを好適に用いることが出来る。

【0087】

前記基板 11 の上に下地絶縁膜 12 を公知の手段 (LPCVD 法、プラズマ CVD 法等) により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例では膜厚 50 nm の酸化窒化シリコン膜 (組成比 Si = 32%、O = 27%、N = 24%、H = 17%) を形成した。

【0088】

前記下地絶縁膜 12 上に保温層 13 として、 CF_3 基を含有する酸化シリコン膜を形成する。その作製方法の一例は、 $\text{CF}_3\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ とオゾン (O_3) の混合気体を 300~400℃ に加熱した基板上に堆積させることができる。本実施例で

は膜厚 50 nm の CF_3 基を含有する酸化シリコン膜を形成した。

【0089】

保温膜 13 の熱伝導率は、基板（石英基板の場合 $1.4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）や、酸化シリコン（ $1\sim 2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ）であることから、 $1.0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下、好ましくは $0.3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であることが望ましい。

【0090】

保温膜 13 を形成した後、フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、保温膜 13 における不要な部分をエッチングして、保温層 14 を形成する。前記エッチングにはフッ素系のガスを用いたドライエッチング法を用いても良いし、フッ素系の水溶液を用いたウェットエッチング法を用いても良い。前記ウェットエッチング法を選択する場合には、例えば、フッ化水素アンモニウム（ NH_4HF_2 ）を 7.13% とフッ化アンモニウム（ NH_4F ）を 15.4% 含む混合液（ステラケミファ社製、商品名 LAL500）でエッチングしても良い。

【0091】

以降の工程は、実施例 1 に従えば、図 2（C）で示す結晶質半導体膜を形成することができ、図 2（C）の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域 26 をチャネル形成領域として、TFT を作製することにより、前記 TFT の電気的特性を向上させることが出来る。

【0092】

[実施例 5]

本実施例は、実施例 1 と異なる作製方法の一例を示す。なお、本実施例は、実施例 1 とは保温膜 13 の形成方法の工程が異なっているだけでその後の工程は実施例 1 と同一であるため、省略する。

【0093】

まず、実施例 1 と同様に基板を用意する。基板 11 には、合成石英ガラス基板、バリウムホウケイ酸ガラスアルミノホウケイ酸ガラスなどの無アルカリガラスと言ったガラス基板、または PC（ポリカーボネート）、PAr（ポリアリレート）、PES（ポリエーテルスルホン）、PET（ポリエチレンテレフタレート）

と言った透明フィルムを用いても良い。例えば、コーニング社製の7059ガラスや1737ガラスなどを好適に用いることが出来る。

【0094】

前記基板11の上に下地絶縁膜12を公知の手段(LPCVD法、プラズマCVD法等)により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例では膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜(組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%)を形成した。

【0095】

前記下地絶縁膜12上に保温膜13として、多孔質シリコン膜で形成する。多孔質シリコン膜の作製方法の一例はSOG溶液にヨウ素液をスピコートにより添加し、乾燥させてヨウ素を離脱させる。その後400℃程度の熱処理を行なって性膜することが出来る。本実施例では膜厚50nmの多孔質シリコン膜を形成した。

【0096】

保温膜13の熱伝導率は、基板(石英基板の場合1.4W/m·K)や、酸化シリコン(1~2W/m·K)であることから、1.0W/m·K以下、好ましくは0.3W/m·K以下であることが望ましい。

【0097】

これらのうち、いずれかの方法で保温膜13を形成した後、フォトリソグラフィの技術を用いてレジストマスクを形成し、保温膜13における不要な部分をエッチングして、保温層14を形成する。前記エッチングにはフッ素系のガスを用いたドライエッチング法を用いても良いし、フッ素系の水溶液を用いたウエットエッチング法を用いても良い。前記ウエットエッチング法を選択する場合には、例えば、フッ化水素アンモニウム(NH_4HF_2)を7.13%とフッ化アンモニウム(NH_4F)を15.4%含む混合液(ステラケミファ社製、商品名LAL500)でエッチングしても良い。

【0098】

続いて、前記保温膜14を多孔質シリコンで形成した場合、前記保温層14の表面には約 10^{11} 個/cm²の空孔があるため、平坦化するために、公知の手段によ

り窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで第1の絶縁膜15を形成する。

【0099】

以降の工程は、実施例1に従えば、図2(C)で示す結晶質半導体膜を形成することができ、図2(C)の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域26をチャンネル形成領域として、TFTを作製することにより、前記TFTの電気的特性を向上させることが出来る。

【0100】

[実施例6]

本実施例は、実施例1と異なる作製方法の一例を示す。なお、本実施例は、実施例1とは保温膜13の形成方法の工程が異なっているだけでその後の工程は実施例1と同一であるため、省略する。

【0101】

まず、実施例1と同様に基板を用意する。基板11には、合成石英ガラス基板、バリウムホウケイ酸ガラスアルミノホウケイ酸ガラスなどの無アルカリガラスと言ったガラス基板、またはPC（ポリカーボネート）、PA_r（ポリアリレート）、PE_S（ポリエーテルスルホン）、PE_T（ポリエチレンテレフタレート）と言った透明フィルムを用いても良い。例えば、コーニング社製の7059ガラスや1737ガラスなどを好適に用いることが出来る。

【0102】

前記基板11の上に下地絶縁膜12を公知の手段（LPCVD法、プラズマCVD法等）により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例では膜厚50nmの酸化窒化シリコン膜（組成比Si=32%、O=27%、N=24%、H=17%）を形成した。

【0103】

前記下地絶縁膜12上に保温層13として、多孔質SiO₂膜で形成する。多孔質SiO₂層はシリコン基板を陽極化成することによって容易に作製することができる。このシリコン基板はCZシリコン、FZシリコンなどの半導体級に限定されず、太陽電池級（SOGグレード）のシリコン基板を用いても良い。また、

ガラス基板や石英基板上にシリコン膜を形成したもので代用することも可能である。陽極化成液はフッ酸 (HF) とエタノールを 1 対 1 の割合で混合したものを、用い、電流密度は $1 \sim 200 \text{ mA/cm}^2$ として行う。多孔質 SiO_2 層は $1 \sim 5 \mu\text{m}$ で形成する。こうして基板に多孔質 SiO_2 層からなる保温膜 13 を形成する。

【0104】

また、保温膜 13 の熱伝導率は、基板 (石英基板の場合 $1.4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) や、酸化シリコン ($1 \sim 2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) であることから、 $1.0 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下、好ましくは $0.3 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であることが望ましい。

【0105】

これらのうち、いずれかの方法で保温膜 13 を形成した後、フォトリソグラフィの技術を用いてレジストマスクを形成し、保温膜 13 における不要な部分をエッチングして、保温層 14 を形成する。前記エッチングにはフッ素系のガスを用いたドライエッチング法を用いても良いし、フッ素系の水溶液を用いたウェットエッチング法を用いても良い。前記ウェットエッチング法を選択する場合には、例えば、フッ化水素アンモニウム (NH_4HF_2) を 7.13% とフッ化アンモニウム (NH_4F) を 15.4% 含む混合液 (ステラケミファ社製、商品名 LAL500) でエッチングしても良い。

【0106】

続いて、前記保温膜 14 を多孔質 SiO_2 で形成した場合、前記保温層 14 の表面には約 10^{11} 個/ cm^2 の空孔があるため、平坦化するために、公知の手段により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで第 1 の絶縁膜 15 を形成する。

【0107】

以降の工程は、実施例 1 に従えば、図 2 (C) で示す結晶質半導体膜を形成することができ、図 2 (C) の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域 26 をチャネル形成領域として、TFT を作製することにより、前記 TFT の電気的特性を向上させることが出来る。

【0108】

[実施例 7]

本実施例は、実施例 1 と異なる作製方法の一例を示す。なお、本実施例は、実施例 1 とは第 2 の絶縁膜 1 3 の形成の工程が異なっているだけでその前の工程は実施例 1 と同一であるため、省略する。

【 0 1 0 9 】

実施例 1 にしたがって、図 1 (C) の半導体膜 1 7 の形成まで行なう。

【 0 1 1 0 】

前記半導体膜 1 7 上に後工程で形成する反射膜からの不純物が前記半導体膜中に拡散するのを防ぐため、第 2 の絶縁膜 1 8 を形成する。また、前記第 2 の絶縁膜 1 8 を同時に反射防止膜としても機能させるため、図 3 に示したように、レーザービームの波長に応じた最適な膜厚にする必要がある。前記第 2 の絶縁膜 1 8 として、公知の手段 (LPCVD 法、プラズマ CVD 法等) により窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜または酸化シリコン膜などで形成する。本実施例ではプラズマ CVD 法により、酸化シリコン膜を 4 5 n m 成膜した。

【 0 1 1 1 】

前記第 2 の絶縁膜 1 8 上に反射膜 1 9 を形成する。前記反射膜 1 9 として、金属膜を形成するなら、スパッタ法や蒸着法など公知の手段により 1 0 ~ 2 0 0 n m (好ましくは 1 0 ~ 1 0 0 n m) の厚さに形成する。前記金属膜として、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Nd から選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、AgPdCu 合金を用いてもよい。本実施例では膜厚 5 0 n m の Cr 膜を形成した。

【 0 1 1 2 】

前記反射膜 1 9 を形成した後、フォトリソグラフィーの技術を用いてレジストマスクを形成し、不要な部分をエッチングして、反射層 2 0 を形成する。反射層 2 0 の形状は特に限定しないが、上面形状は少なくとも 1 つの角度が 6 0 度未満である頂点を有する多角形であるのが望ましい。さらに、前記頂点は前記第 1 の絶縁膜、前記半導体膜および前記第 2 の絶縁膜を介して前記保温層の端面と一致するのが望ましい。以下、角度が 6 0 度未満の頂点を頂点 A とする。このような形状にすれば、レーザービームを照射し、半導体膜が冷却する過程において、前記頂点 A 付近の下方に存在する半導体膜中での結晶核の生成密度を低くし、成長する

結晶同士が衝突し合うのを防ぐことが出来るからである（図 7（A））。

【 0 1 1 3 】

図 7（B）は基板の表面側からレーザービームを照射する結晶化工程を説明する図である。レーザーアニール法による結晶化は、まず半導体膜が含有する水素を放出させておくことが望ましく、400～500℃で窒素雰囲気中に1時間程度曝して、含有する水素量を5 atom%以下にしておくが良い。これにより、膜の耐レーザー性が著しく向上する。

【 0 1 1 4 】

レーザーアニール法において用いるレーザー発振器について説明する。エキシマレーザーは大出力で、現状で300 Hz程度の高周波パルスを発振出来るため、良く用いられている。また、パルス発振のエキシマレーザーだけでなく、連続発振のエキシマレーザーや、Arレーザー、YAGレーザー、YVO₄レーザー、YLFレーザー等も用いることが出来る。また、レーザービームの照射は真空中、大気中、窒素雰囲気中などで行なうことが出来る。さらに、レーザービームを照射する際に基板を500度程度まで加熱しても良い。こうすることで半導体膜における熱の流出速度の低下が期待され、結晶粒の粒径を拡大することが出来る。

【 0 1 1 5 】

前述のいずれかのレーザー発振器を用い、また、いずれかの雰囲気中で、基板の表面側からレーザービームを照射し、前記半導体膜の結晶化を行なう。

【 0 1 1 6 】

ここで、図 8 に示すように、反射層の両端を境界とし、保温層 1 4 を含む領域を領域 A、金属層 2 0 を含む領域を領域 B、反射層 1 4 および反射層 2 0 を含まない領域を領域 C とする。

【 0 1 1 7 】

レーザービームが照射されることにより、半導体膜は溶融状態になる。しかし、領域 B の半導体膜は前記半導体膜上に反射層が存在し、前記反射層によってレーザービームが反射されるため、領域 A および領域 C の半導体膜に比べて、領域 B の半導体膜はレーザービームの実効的な照射強度が低くなる。そのため、金属層の下方には固相半導体領域 3 3 が残存し、レーザービームの照射後、直ちに前記固相半

導体領域 3 3 から半導体膜の内部に生じた温度勾配を利用して結晶成長する。一方、領域 A および領域 C は反射防止膜の効果により、レーザビームの実効的な照射強度が高くなる。特に、頂点 A 付近の固相半導体領域 3 3 では、前記頂点 A の角度が 6 0 度未満と狭いため、結晶核 3 4 の生成密度は低くなっており、さらに、領域 A の半導体膜は保温層 1 4 の存在により溶融状態が長く続くため、前記結晶核 3 4 は領域 A に向かって結晶成長が進行する。このようにして、領域 A の半導体膜において大粒径の結晶粒が形成される。また、領域 C では半導体膜の下方に保温層 1 4 が存在しないため、領域 A よりも冷却が早く、結晶核が生成し、結晶成長が起こる。

【 0 1 1 8 】

レーザビームを照射して形成された前記結晶質半導体膜 2 5 は、3 ～ 1 0 0 % の水素を含む雰囲気中で 3 0 0 ～ 4 5 0 ℃ の加熱処理、あるいは、プラズマによって生成された水素を含む雰囲気中で 2 0 0 ～ 4 5 0 ℃ の加熱処理によって、残留する欠陥を減少することができる。

【 0 1 1 9 】

反射層をフォトリソグラフィ法等により除去した後、第 2 の絶縁膜をフォトリソグラフィ法等により除去する。

【 0 1 2 0 】

このようにして作製された結晶質半導体膜 3 5 において、図 8 (B) の上面図に示すように、大粒径の結晶粒が形成された領域 3 6 をチャネル形成領域として、T F T を作製することにより、前記 T F T の電気的特性を向上させることが出来る。

【 0 1 2 1 】

なお、本実施例は、実施例 1 乃至 6 のいずれか一と自由に組み合わせることができる。

【 0 1 2 2 】

[実施例 8]

ここでは、同一基板上に画素部と、画素部の周辺に設ける駆動回路の T F T (n チャネル型 T F T 及び p チャネル型 T F T) を同時に作製する方法について詳細

に図 9 ～ 図 1 2 を用いて説明する。

【 0 1 2 3 】

【 0 1 2 4 】

実施例 1 乃至 7 のいずれかの方法により、図 9 (A) で示す結晶質半導体膜を得る。本実施例では、図 9 (A) の断面と、図 2 (C) または図 8 (B) の鎖線 A-A' で切断した断面を対応させて T F T を作製する方法について説明するが、実施例 1 乃至 7 で結晶質半導体膜を形成する際に用いた断面と同じ断面を用いて T F T を作製することもできる。

【 0 1 2 5 】

まず、前記結晶質半導体膜を所望の形状にパターニングして形成する。本実施例では、前記結晶質半導体膜に対しフォトリソグラフィ法を用いたパターニング処理によって、半導体層 1 0 1 a ～ 1 0 1 f を形成した。

【 0 1 2 6 】

また、半導体層 1 0 1 a ～ 1 0 1 f を形成した後、T F T のしきい値を制御するために微量な不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを行ってもよい。

【 0 1 2 7 】

次いで、半導体層 1 0 1 a ～ 1 0 1 f を覆うゲート絶縁膜 1 0 7 を形成する。ゲート絶縁膜 1 0 7 はプラズマ C V D 法またはスパッタ法を用い、厚さを 4 0 ～ 1 5 0 n m としてシリコンを含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマ C V D 法により 1 1 0 n m の厚さで酸化窒化シリコン膜（組成比 S i = 3 2 %、O = 5 9 %、N = 7 %、H = 2 %）で形成した。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【 0 1 2 8 】

また、酸化シリコン膜を用いる場合には、プラズマ C V D 法で T E O S (Tetraethyl Orthosilicate) と O₂ とを混合し、反応圧力 4 0 Pa、基板温度 3 0 0 ～ 4 0 0 °C とし、高周波 (1 3 . 5 6 M H z) 電力密度 0 . 5 ～ 0 . 8 W / c m² で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化シリコン膜は、その後 4 0 0 ～ 5 0 0 °C の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得るこ

とができる。

【0129】

次いで、図9（A）に示すように、ゲート絶縁膜107上に膜厚20～100 nmの第1の導電膜108と、膜厚100～400 nmの第2の導電膜109とを積層形成する。本実施例では、膜厚30 nmのTa₂N膜からなる第1の導電膜408と、膜厚370 nmのW膜からなる第2の導電膜109を積層形成した。Ta₂N膜はスパッタ法で形成し、Taのターゲットを用い、窒素を含む雰囲気内でスパッタした。また、W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成した。その他に6フッ化タングステン（WF₆）を用いる熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要があり、W膜の抵抗率は20 μΩ cm以下にすることが望ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W膜中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。従って、本実施例では、高純度のW（純度99.9999%）のターゲットを用いたスパッタ法で、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率9～20 μΩ cmを実現することができた。

【0130】

なお、本実施例では、第1の導電膜108をTa₂N、第2の導電膜109をWとしたが、特に限定されず、いずれもTa、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコン膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。また、第1の導電膜をタンタル（Ta）膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化チタン（TiN）膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル（Ta₂N）膜で形成し、第2の導電膜をAl膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル（Ta₂N）膜で形成し、第2の導電膜をCu膜とする組み合わせとしてもよい。

【0131】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク110～115

を形成し、電極及び配線を形成するための第1のエッチング処理を行う。第1のエッチング処理では第1及び第2のエッチング条件で行う。本実施例では第1のエッチング条件として、ICP (Inductively Coupled Plasma: 誘導結合型プラズマ) エッチング法を用い、エッチング用ガスに CF_4 と Cl_2 と O_2 とを用い、それぞれのガス流量比を25/25/10 (sccm) とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF (13.56MHz) 電力を投入してプラズマを生成してエッチングを行った。ここでは、松下電器産業(株)製のICPを用いたドライエッチング装置 (Model E645-□ICP) を用いた。基板側 (試料ステージ) にも150WのRF (13.56MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第1のエッチング条件によりW膜をエッチングして第1の導電層の端部をテーパ形状とする。

【0132】

この後、レジストからなるマスク110~115を除去せずに第2のエッチング条件に変え、エッチング用ガスに CF_4 と Cl_2 とを用い、それぞれのガス流量比を30/30 (sccm) とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF (13.56MHz) 電力を投入してプラズマを生成して約30秒程度のエッチングを行った。基板側 (試料ステージ) にも20WのRF (13.56MHz) 電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。 CF_4 と Cl_2 を混合した第2のエッチング条件ではW膜及びTa₂N膜とも同程度にエッチングされる。なお、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、10~20%程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。

【0133】

上記第1のエッチング処理では、レジストからなるマスクの形状に適したものとすることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により第1の導電層及び第2の導電層の端部がテーパ形状となる。このテーパ部の角度は15~45°となる。こうして、第1のエッチング処理により第1の導電層と第2の導電層から成る第1の形状の導電層117~122 (第1の導電層117a~122aと第2の導電層117b~122b) を形成する。116はゲート絶縁膜であり、第1の形状の導電層117~122で覆われない領域は20~50nm程度エ

ッチングされ薄くなった領域が形成される。

【 0 1 3 4 】

そして、レジストからなるマスクを除去せずに第 1 のドーピング処理を行い、半導体層に n 型を付与する不純物元素を添加する。(図 9 (B)) ドーピング処理はイオンドーピング法、若しくはイオン注入法で行えば良い。イオンドーピング法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ とし、加速電圧を 60 ~ 100 keV として行う。本実施例ではドーズ量を $1.5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ とし、加速電圧を 80 keV として行った。n 型を付与する不純物元素として 15 族に属する元素、典型的にはリン (P) または砒素 (As) を用いるが、ここではリン (P) を用いた。この場合、導電層 117 ~ 121 が n 型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に高濃度不純物領域 123 ~ 127 が形成される。高濃度不純物領域 123 ~ 127 には $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度範囲で n 型を付与する不純物元素を添加する。

【 0 1 3 5 】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第 2 のエッチング処理を行う。ここでは、エッチングガスに CF_4 と Cl_2 と O_2 とを用い、W 膜を選択的にエッチングする。この時、第 2 のエッチング処理により第 1 の導電層 128b ~ 133b を形成する。一方、第 2 の導電層 117a ~ 122a は、ほとんどエッチングされず、第 2 の導電層 128a ~ 133a を形成する。次いで、第 2 のドーピング処理を行って図 9 (C) の状態を得る。ドーピングは第 2 の導電層 117a ~ 122a を不純物元素に対するマスクとして用い、第 1 の導電層のテーパ部下方の半導体層に不純物元素が添加されるようにドーピングする。こうして、第 1 の導電層と重なる不純物領域 134 ~ 138 を形成する。この不純物領域へ添加されたリン (P) の濃度は、第 1 の導電層のテーパ部の膜厚に従って緩やかな濃度勾配を有している。なお、第 1 の導電層のテーパ部と重なる半導体層において、第 1 の導電層のテーパ部の端部から内側に向かって若干、不純物濃度が低くなっているものの、ほぼ同程度の濃度である。また、第 1 の不純物領域 123 ~ 127 にも不純物元素が添加され、不純物領域 139 ~ 143 を形成する。

【 0 1 3 6 】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第3のエッチング処理を行う。この第3のエッチング処理では第1の導電層のテーパー部を部分的にエッチングして、半導体層と重なる領域を縮小するために行われる。第3のエッチングは、エッチングガスに CHF_3 を用い、反応性イオンエッチング法（RIE法）を用いて行う。またICP法を用いて行なうこともできる。第3のエッチングにより、第1の導電層144～149が形成される。この時、同時に絶縁膜116もエッチングされて、絶縁膜150、151が形成される。

【 0 1 3 7 】

上記第3のエッチングによって、第1の導電層144～148と重ならない不純物領域（LDD領域）134a～138aが形成される。なお、不純物領域（GOLD領域）134b～138bは、第1の導電層144～148と重なったままである。

【 0 1 3 8 】

このようにすることで、本実施例は、第1の導電層144～148と重なる不純物領域（GOLD領域）134b～138bにおける不純物濃度と、第1の導電層144～148と重ならない不純物領域（LDD領域）134a～138aにおける不純物濃度との差を小さくすることができ、信頼性を向上させることができる。

【 0 1 3 9 】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク152～154を形成して第3のドーピング処理を行う。この第3のドーピング処理により、pチャネル型TFTの活性層となる半導体層に前記一導電型とは逆の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域155～160を形成する。第2の導電層128a～132aを不純物元素に対するマスクとして用い、p型を付与する不純物元素を添加して自己整合的に不純物領域を形成する。本実施例では、不純物領域155～160はジボラン（ B_2H_6 ）を用いたイオンドーピング法で形成する。この第3のドーピング処理の際には、nチャネル型TFTを形成する半導体層はレジストからなるマスク152～154で覆われている。第

1 のドーピング処理及び第 2 のドーピング処理によって、不純物領域 1 5 5 ~ 1 6 0 にはそれぞれ異なる濃度でリンが添加されているが、そのいずれの領域においても p 型を付与する不純物元素の濃度を $2 \times 10^{20} \sim 2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ となるようにドーピング処理することにより、p チャネル型 T F T のソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。本実施例では、p チャネル型 T F T の活性層となる半導体層の一部が露呈しているため、不純物元素（ボロン）を添加しやすい利点を有している。

【 0 1 4 0 】

以上までの工程でそれぞれの半導体層に不純物領域が形成される。

【 0 1 4 1 】

次いで、レジストからなるマスク 1 5 2 ~ 1 5 4 を除去して第 1 の層間絶縁膜 1 6 1 を形成する。この第 1 の層間絶縁膜 1 6 1 としては、プラズマ C V D 法またはスパッタ法を用い、厚さを 1 0 0 ~ 2 0 0 n m としてシリコンを含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマ C V D 法により膜厚 1 5 0 n m の酸化窒化シリコン膜を形成した。勿論、第 1 の層間絶縁膜 1 6 1 は酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【 0 1 4 2 】

次いで、図 1 0 (C) に示すように、それぞれの半導体層に添加された不純物元素を活性化処理する工程を行う。この活性化工程はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法で行う。熱アニール法としては、酸素濃度が 1 p p m 以下、好ましくは 0 . 1 p p m 以下の窒素雰囲気中で 4 0 0 ~ 7 0 0 ° C 、代表的には 5 0 0 ~ 5 5 0 ° C で行えばよく、本実施例では 5 5 0 ° C 、4 時間の熱処理で活性化処理を行った。なお、熱アニール法の他に、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法 (R T A 法) を適用することができる。

【 0 1 4 3 】

なお、本実施例では、上記活性化処理と同時に、結晶化の際に触媒として使用したニッケルが高濃度のリンを含む不純物領域 1 3 9 、 1 4 1 、 1 4 2 、 1 5 5 、 1 5 8 にゲッタリングされ、主にチャネル形成領域となる半導体層中のニッケ

ル濃度が低減される。このようにして作製したチャネル形成領域を有するTFTはオフ電流値が下がり、結晶性が良いことから高い電界効果移動度が得られ、良好な特性を達成することができる。

【0144】

また、第1の層間絶縁膜を形成する前に活性化処理を行っても良い。ただし、用いた配線材料が熱に弱い場合には、本実施例のように配線等を保護するため層間絶縁膜（シリコンを主成分とする絶縁膜、例えば窒化珪素膜）を形成した後で活性化処理を行うことが好ましい。

【0145】

さらに、3～100%の水素を含む雰囲気中で、300～550℃で1～12時間の熱処理を行い、半導体層を水素化する工程を行う。本実施例では水素を約3%の含む窒素雰囲気中で410℃、1時間の熱処理を行った。この工程は層間絶縁膜に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。

【0146】

また、活性化処理としてレーザーアニール法を用いる場合には、上記水素化を行った後、エキシマレーザーやYAGレーザー等のレーザービームを照射することが望ましい。

【0147】

次いで、第1の層間絶縁膜161上に無機絶縁膜材料または有機絶縁物材料から成る第2の層間絶縁膜162を形成する。本実施例では、膜厚1.6μmのアクリル樹脂膜を形成したが、粘度が10～1000cp、好ましくは40～200cpのものをを用い、表面に凸凹が形成されるものをを用いた。また、第2の層間絶縁膜162として表面が平坦化する膜を用いてもよい。

【0148】

本実施例では、鏡面反射を防ぐため、表面に凸凹が形成される第2の層間絶縁膜を形成することによって画素電極の表面に凸凹を形成した。また、画素電極の表面に凹凸を持たせて光散乱性を図るため、画素電極の下方の領域に凸部を形成

してもよい。その場合、凸部の形成は、T F T の形成と同じフォトマスクで行うことができるため、工程数の増加なく形成することができる。なお、この凸部は配線及びT F T 部以外の画素部領域の基板上に適宜設ければよい。こうして、凸部を覆う絶縁膜の表面に形成された凸凹に沿って画素電極の表面に凸凹が形成される。

【 0 1 4 9 】

そして、駆動回路において、各不純物領域とそれぞれ電氣的に接続する配線 1 6 3 ~ 1 6 7 を形成する。なお、これらの配線は、膜厚 5 0 n m の T i 膜と、膜厚 5 0 0 n m の合金膜 (A l と T i との合金膜) との積層膜をパターニングして形成する。

【 0 1 5 0 】

また、画素部においては、画素電極 1 7 0、ゲート配線 1 6 9、接続電極 1 6 8 を形成する。(図 1 1) この接続電極 1 6 8 によりソース配線 (1 4 3 b と 1 4 9 の積層) は、画素 T F T と電氣的な接続が形成される。また、ゲート配線 1 6 9 は、画素 T F T のゲート電極と電氣的な接続が形成される。また、画素電極 1 7 0 は、画素 T F T のドレイン領域と電氣的な接続が形成され、さらに保持容量を形成する一方の電極として機能する半導体層 1 5 8 と電氣的な接続が形成される。また、画素電極 1 7 0 としては、A l または A g を主成分とする膜、またはそれらの積層膜等の反射性の優れた材料を用いることが望ましい。

【 0 1 5 1 】

以上の様にして、nチャネル型 T F T 5 0 1 と pチャネル型 T F T 5 0 2 からなる C M O S 回路、及び nチャネル型 T F T 5 0 3 を有する駆動回路 5 0 6 と、画素 T F T 5 0 4、保持容量 5 0 5 とを有する画素部を同一基板上に形成することができる。こうして、アクティブマトリクス基板が完成する。

【 0 1 5 2 】

駆動回路 5 0 6 の nチャネル型 T F T 5 0 1 はチャネル形成領域 1 7 1、ゲート電極の一部を構成する第 1 の導電層 1 4 4 と重なる低濃度不純物領域 1 3 4 b (G O L D 領域)、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域 1 3 4 a (L D D 領域) とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域

1 3 9 を有している。この n チャンネル型 T F T 5 0 1 と電極 1 6 6 で接続して C M O S 回路を形成する p チャンネル型 T F T 5 0 2 にはチャンネル形成領域 1 7 2、ゲート電極と重なる不純物領域 1 5 7、ゲート電極の外側に形成される不純物領域 1 5 8、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域 1 5 5 を有している。また、n チャンネル型 T F T 5 0 3 にはチャンネル形成領域 1 7 3、ゲート電極の一部を構成する第 1 の導電層 1 4 6 と重なる低濃度不純物領域 1 3 6 b (G O L D 領域)、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域 1 3 7 a (L D D 領域) とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域 1 4 1 を有している。

【 0 1 5 3 】

画素部の画素 T F T 5 0 4 にはチャンネル形成領域 1 7 4、ゲート電極の一部を構成する第 1 の導電層 1 4 7 と重なる低濃度不純物領域 1 3 7 b (G O L D 領域)、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域 1 3 7 a (L D D 領域) とソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域 1 4 3 を有している。また、保持容量 5 0 5 の一方の電極として機能する半導体層 1 5 8 ~ 1 6 0 には、それぞれ p 型を付与する不純物元素が添加されている。保持容量 5 0 5 は、絶縁膜 4 5 1 を誘電体として、電極 (1 4 8 と 1 3 2 b の積層) と、半導体層 1 5 8 ~ 1 6 0 とで形成している。

【 0 1 5 4 】

また、本実施例の画素構造は、ブラックマトリクスを用いることなく、画素電極間の隙間が遮光されるように、画素電極の端部をソース配線と重なるように配置形成する。

【 0 1 5 5 】

本実施例で作製するアクティブマトリクス基板の画素部の上面図を図 1 2 に示す。なお、図 9 ~ 図 1 1 に対応する部分には同じ符号を用いている。図 1 2 中の鎖線 B - B' は図 1 2 中の鎖線 B - B' で切断した断面図に対応している。また、図 1 2 中の鎖線 C - C' は図 1 2 中の鎖線 C - C' で切断した断面図に対応している。

【 0 1 5 6 】

また、本実施例で示す工程に従えば、アクティブマトリクス基板の作製に必要なフォトリソマスクの数を5枚とすることができる。その結果、工程を短縮し、製造コストの低減及び歩留まりの向上に寄与することができる。

【0157】

以上の様な構成は、画素TFTおよび駆動回路が要求する仕様に応じて各回路を構成するTFTの構造を最適化し、半導体装置の動作性能と信頼性を向上させることを可能としている。さらにゲート電極を耐熱性を有する導電性材料で形成することによりLDD領域やソース領域およびドレイン領域の活性化を容易とし、ゲート配線低抵抗材料で形成することにより、配線抵抗を十分低減できる。

[実施例9]

本実施例では、実施例8で作製したアクティブマトリクス基板から、反射型液晶表示装置を作製する工程を以下に説明する。説明には図13を用いる。

【0158】

まず、実施例8に従い、図11の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図11のアクティブマトリクス基板上、少なくとも画素電極170上に配向膜171を形成しラビング処理を行う。なお、本実施例では配向膜171を形成する前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターニングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサ（図示しない）を所望の位置に形成した。また、柱状のスペーサに代えて、球状のスペーサを基板全面に散布してもよい。

【0159】

次いで、対向基板171を用意する。次いで、対向基板171上に着色層172、173、平坦化膜174を形成する。赤色の着色層172と青色の着色層173とを重ねて、遮光部を形成する。また、赤色の着色層と緑色の着色層とを一部重ねて、遮光部を形成してもよい。

【0160】

本実施例では、実施例8に示す基板を用いている。従って、実施例8の画素部の上面図を示す図12では、少なくともゲート配線169と画素電極170の間隙と、ゲート配線169と接続電極168の間隙と、接続電極168と画素電極170の間隙を遮光する必要がある。本実施例では、それらの遮光すべき位置に

着色層の積層からなる遮光部が重なるように各着色層を配置して、対向基板を貼り合わせた。

【0161】

このように、ブラックマスク等の遮光層を形成することなく、各画素間の隙間を着色層の積層からなる遮光部で遮光することによって工程数の低減を可能とした。

【0162】

次いで、平坦化膜174上に透明導電膜からなる対向電極175を少なくとも画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜176を形成し、ラビング処理を施した。

【0163】

そして、画素部と駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とをシール材177で貼り合わせる。シール材177にはフィラーが混入されていて、このフィラーと柱状スペーサによって均一な間隔を持って2枚の基板が貼り合わせられる。その後、両基板の間に液晶材料178を注入し、封止剤（図示せず）によって完全に封止する。液晶材料178には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして図13に示す反射型液晶表示装置が完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、対向基板のみに偏光板（図示しない）を貼りつけた。そして、公知の技術を用いてFPCを貼りつけた。

【0164】

以上のようにして作製される液晶表示パネルは各種電子機器の表示部として用いることができる。

【0165】

[実施例10]

本願発明を実施して形成されたCMOS回路や画素部は様々な電気光学装置（アクティブマトリクス型液晶ディスプレイ、アクティブマトリクス型ECディスプレイ、アクティブマトリクス型ELディスプレイ）に用いることが出来る。即ち、それら電気光学装置を表示部に組み込んだ電子機器全てに本願発明を実施出

来る。

【0166】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター（リア型またはフロント型）、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、カーナビゲーション、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）などが挙げられる。それらの一例を図14、図15及び図16に示す。

【0167】

図14（A）はパーソナルコンピュータであり、本体3001、画像入力部3002、表示部3003、キーボード3004等を含む。本発明を画像入力部3002、表示部3003やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0168】

図14（B）はビデオカメラであり、本体3101、表示部3102、音声入力部3103、操作スイッチ3104、バッテリー3105、受像部3106等を含む。本発明を表示部3102やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0169】

図14（C）はモバイルコンピュータ（モービルコンピュータ）であり、本体3201、カメラ部3202、受像部3203、操作スイッチ3204、表示部3205等を含む。本発明は表示部3205やその他の信号制御回路に適用出来る。

【0170】

図14（D）はゴーグル型ディスプレイであり、本体3301、表示部3302、アーム部3303等を含む。本発明は表示部3302やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0171】

図14（E）はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体3401、表示部3402、スピーカ部3403、記録媒体3404、操作スイッチ3405等を含む。なお、このプレーヤーは記

録媒体としてDVD (Digital Versatile Disc)、CD等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことが出来る。本発明は表示部3402やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0172】

図14 (F) はデジタルカメラであり、本体3501、表示部3502、接眼部3503、操作スイッチ3504、受像部 (図示しない) 等を含む。本願発明を表示部3502やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0173】

図15 (A) はフロント型プロジェクターであり、投射装置3601、スクリーン3602等を含む。本発明は投射装置3601の一部を構成する液晶表示装置3808やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0174】

図15 (B) はリア型プロジェクターであり、本体3701、投射装置3702、ミラー3703、スクリーン3704等を含む。本発明は投射装置3702の一部を構成する液晶表示装置3808やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0175】

なお、図15 (C) は、図15 (A) 及び図15 (B) 中における投射装置3601、3702の構造の一例を示した図である。投射装置3601、3702は、光源光学系3801、ミラー3802、3804~3806、ダイクロイックミラー3803、プリズム3807、液晶表示装置3808、位相差板3809、投射光学系3810で構成される。投射光学系3810は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図15 (C) 中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、IRフィルム等の光学系を設けてもよい。

【0176】

また、図15 (D) は、図15 (C) 中における光源光学系3801の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系3801は、リフレクター3

8 1 1、光源 3 8 1 2、レンズアレイ 3 8 1 3、3 8 1 4、偏光変換素子 3 8 1 5、集光レンズ 3 8 1 6 で構成される。なお、図 1 5 (D) に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、I R フィルム等の光学系を設けてもよい。

【0 1 7 7】

ただし、図 1 5 に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の電気光学装置での適用例は図示していない。

【0 1 7 8】

図 1 6 (A) は携帯電話であり、本体 3 9 0 1、音声出力部 3 9 0 2、音声入力部 3 9 0 3、表示部 3 9 0 4、操作スイッチ 3 9 0 5、アンテナ 3 9 0 6 等を含む。本願発明を音声出力部 3 9 0 2、音声入力部 3 9 0 3、表示部 3 9 0 4 やその他の信号制御回路に適用することが出来る。

【0 1 7 9】

図 1 6 (B) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体 4 0 0 1、表示部 4 0 0 2、4 0 0 3、記憶媒体 4 0 0 4、操作スイッチ 4 0 0 5、アンテナ 4 0 0 6 等を含む。本発明は表示部 4 0 0 2、4 0 0 3 やその他の信号回路に適用することが出来る。

【0 1 8 0】

図 1 6 (C) はディスプレイであり、本体 4 1 0 1、支持台 4 1 0 2、表示部 4 1 0 3 等を含む。本発明は表示部 4 1 0 3 に適用することが出来る。本発明のディスプレイは特に大画面化した場合において有利であり、対角 1 0 インチ以上（特に 3 0 インチ以上）のディスプレイには有利である。

【0 1 8 1】

以上の様に、本願発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1 ～ 8 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することが出来る

【0 1 8 2】

【本発明の効果】

本発明の構成を採用することにより、以下に示すような基本的有意性を得ることが出来る。

- (a) 従来の T F T の作製プロセスに適合した、簡単な構造である。
- (b) スリットなどの位置決めのために、レーザ照射装置に特別なミクロンオーダーでの精密な位置決め技術は不要であり、通常のレーザ照射装置をそのまま利用できる。
- (c) 半導体膜中に T F T の機能とは関係のない物質を残すことなく、デバイスの作製を行なうことが出来る。
- (d) 以上の利点を満たした上で、位置制御した単結晶を作製できる方法である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明が開示する大粒径で位置制御された結晶粒を形成する方法の例を示す図。

【図 2】 本発明が開示する大粒径で位置制御された結晶粒を形成する方法の例を示す図。

【図 3】 (A) 酸化シリコン膜の膜厚をパラメータとし、波長 3 0 8 n m のレーザビームを照射したときの酸化シリコン膜に対する反射率を示す図。

(B) 酸化シリコン膜の膜厚をパラメータとし、波長 5 3 2 n m のレーザビームを照射したときの酸化シリコン膜に対する反射率を示す図。

【図 4】 非晶質珪素膜 5 5 n m における波長と反射率の関係を示す図。

【図 5】 金属における波長と反射率の関係を示す図。

【図 6】 (A) 位相シフトマスクの例を示す図。

(B) 位相シフトマスクを経たレーザビームの強度分布を示す図。

(C) 従来の大粒径で位置制御された結晶粒を形成する例を示す図。

【図 7】 本発明が開示する大粒径で位置制御された結晶粒を形成する方法の例を示す図。

【図 8】 本発明が開示する大粒径で位置制御された結晶粒を形成する方法の例を示す図。

【図 9】 画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。

- 【図 1 0】 画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 1】 画素 T F T、駆動回路の T F T の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 2】 画素 T F T の構成を示す上面図。
- 【図 1 3】 アクティブマトリクス型液晶表示装置の作製工程を示す断面図。
- 【図 1 4】 半導体装置の一例を示す図。
- 【図 1 5】 半導体装置の一例を示す図。
- 【図 1 6】 半導体装置の一例を示す図。

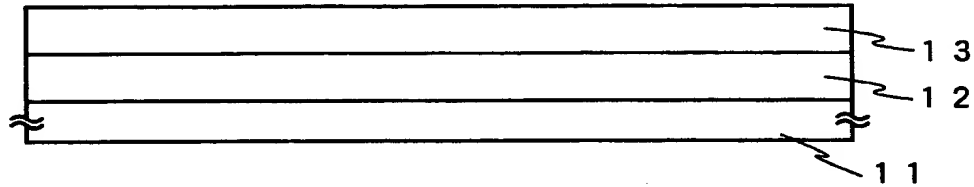
特 2 0 0 0 - 1 8 2 3 8 9

【書類名】

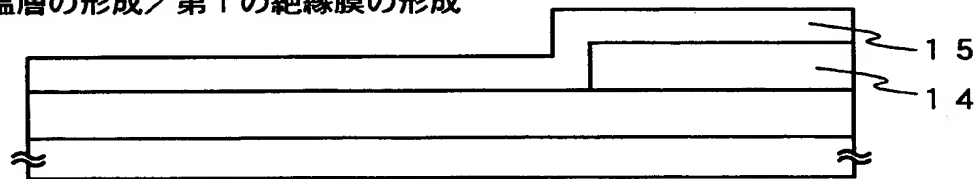
図面

【図 1】

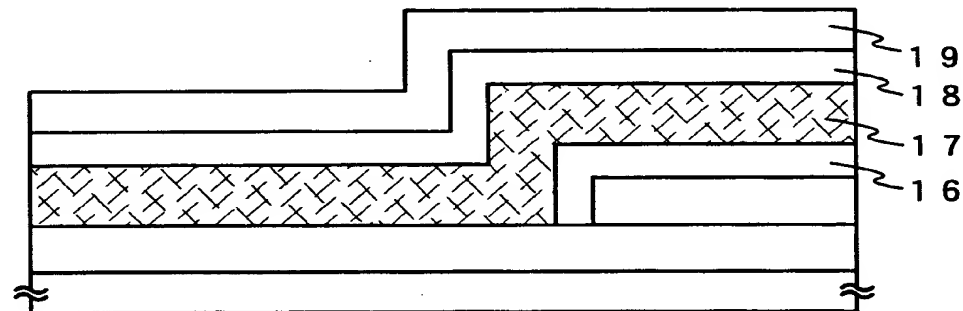
(A) 下地絶縁膜の形成／保温膜の形成



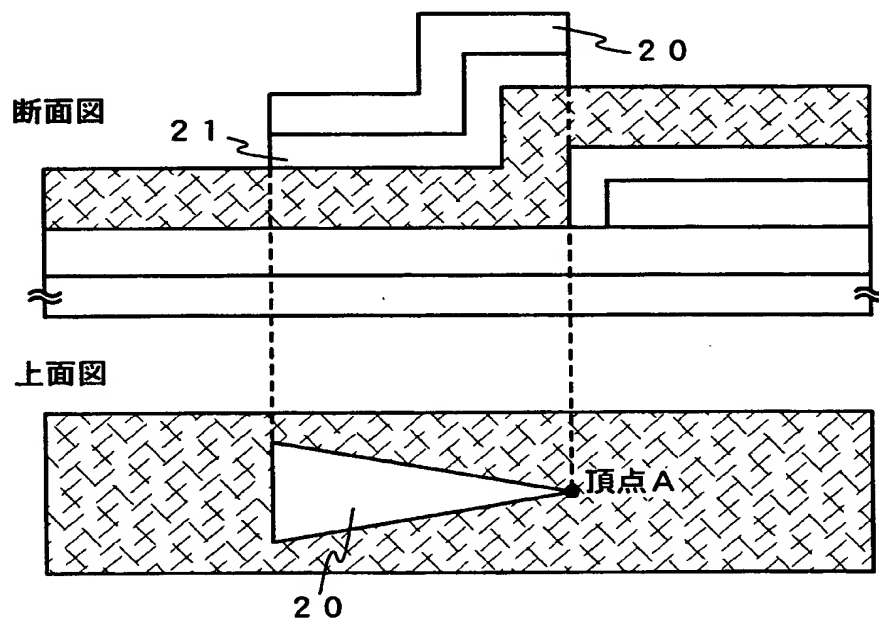
(B) 保温層の形成／第 1 の絶縁膜の形成



(C) 第 1 の絶縁層の形成／半導体膜の形成／第 2 の絶縁膜の形成
／反射膜の形成

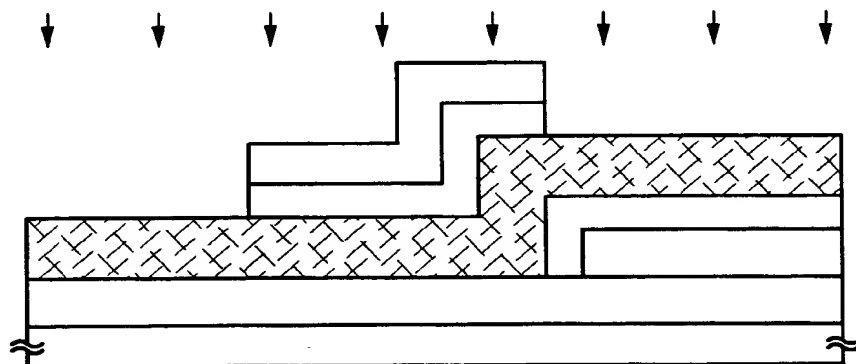


(D) 第 2 の絶縁層の形成／反射層の形成

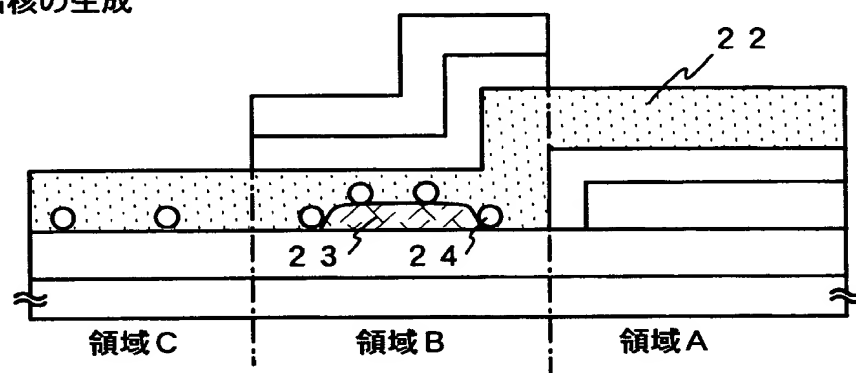


【図 2】

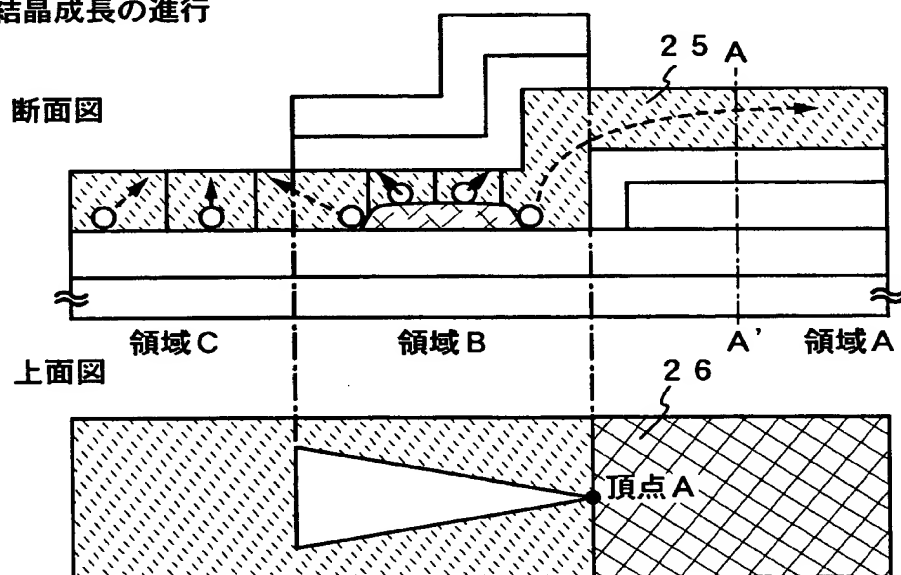
(A) 基板の表面側からのレーザービームの照射



(B) 結晶核の生成



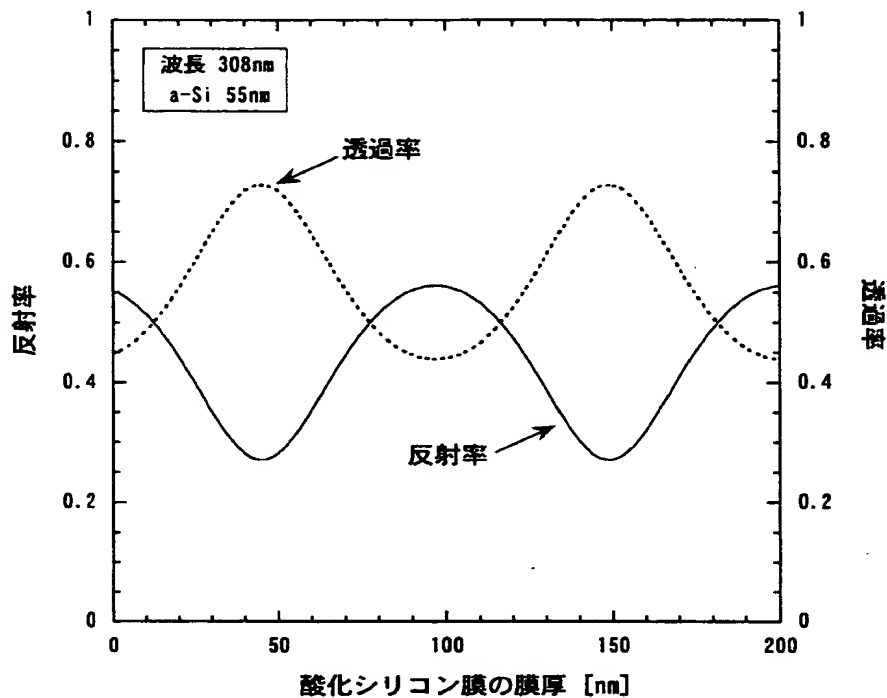
(C) 結晶成長の進行



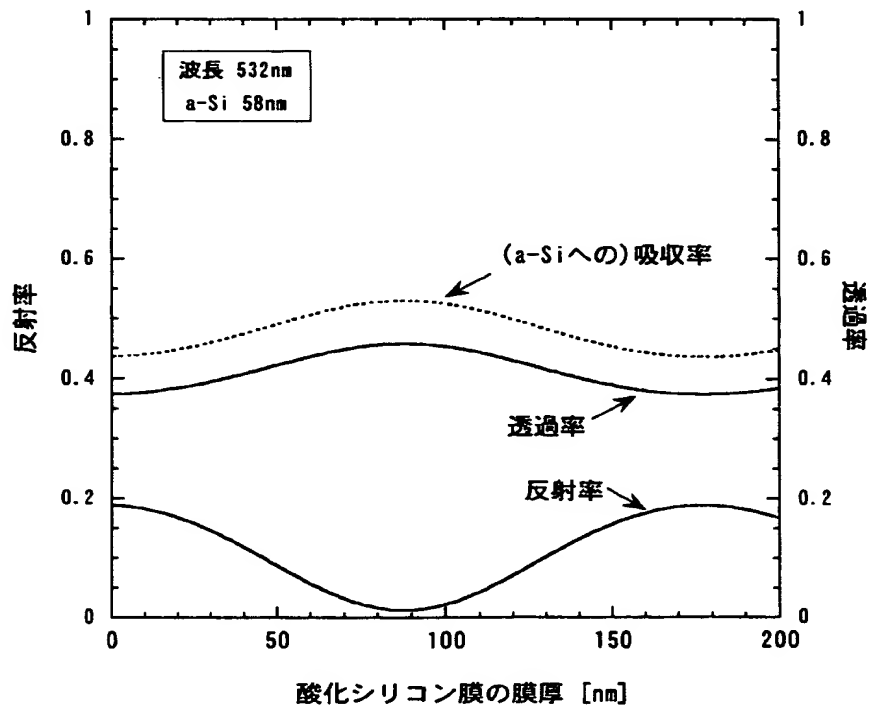
特2000-182389

【図 3】

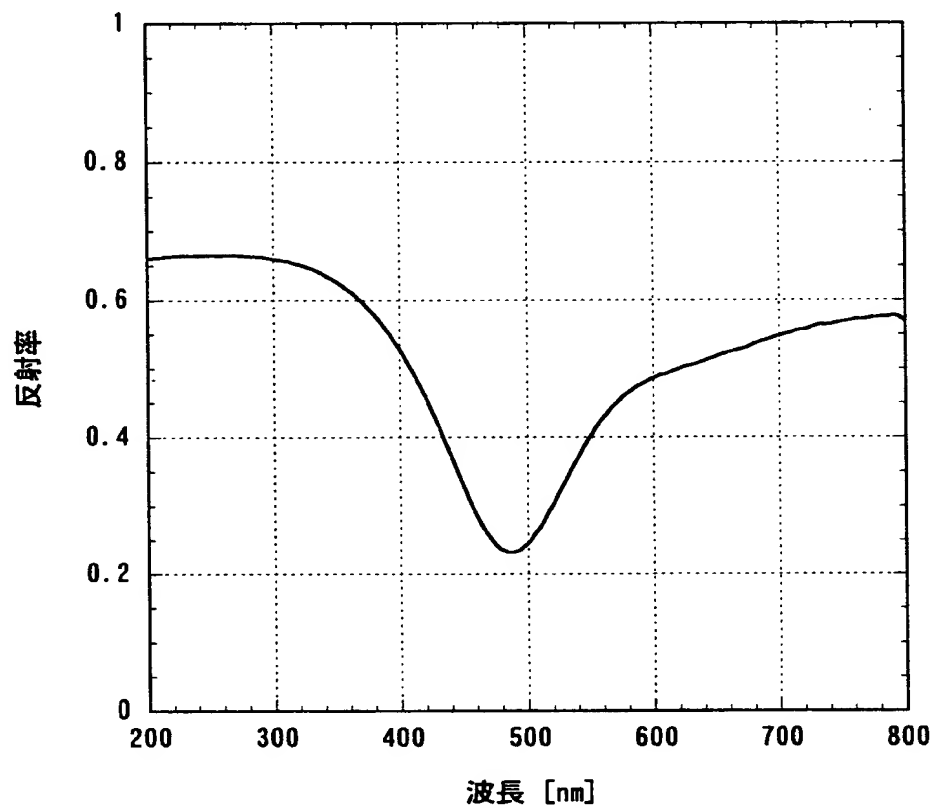
(A)



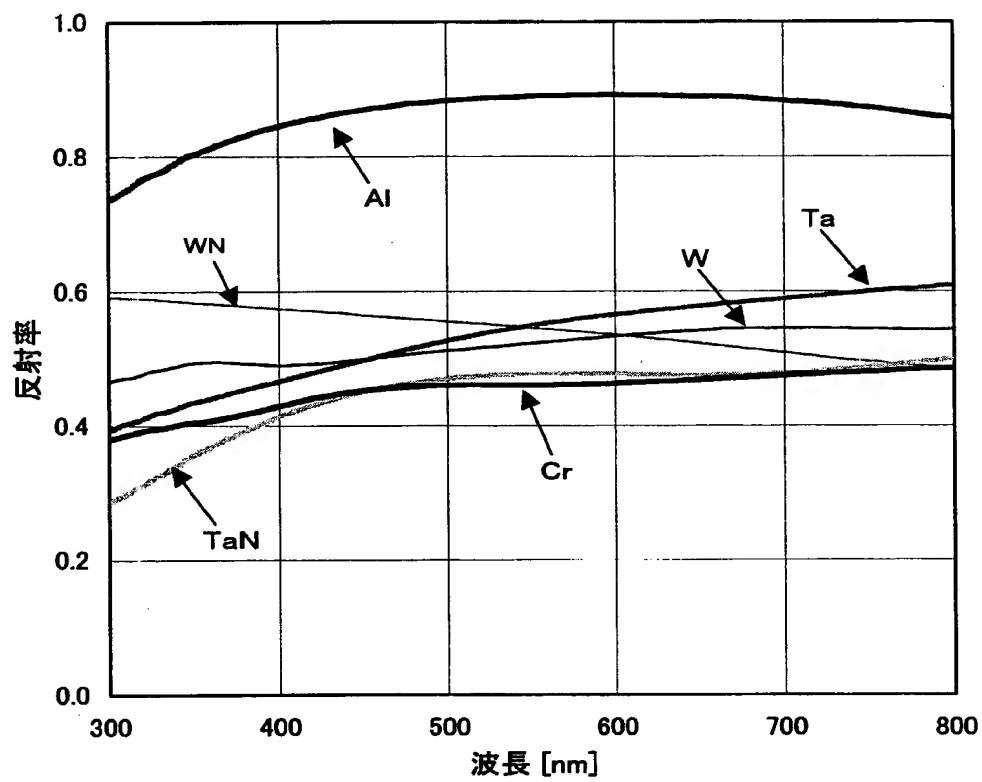
(B)



【図4】

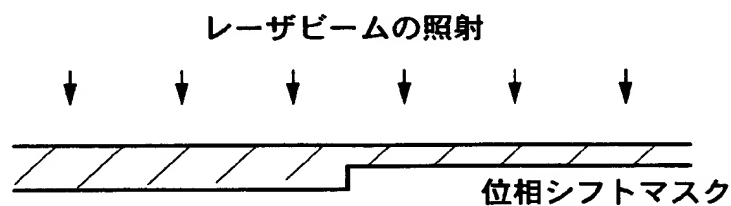


【図 5】

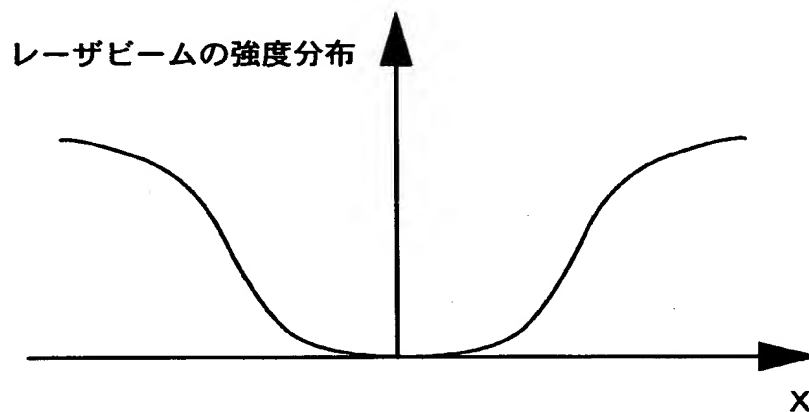


【図6】

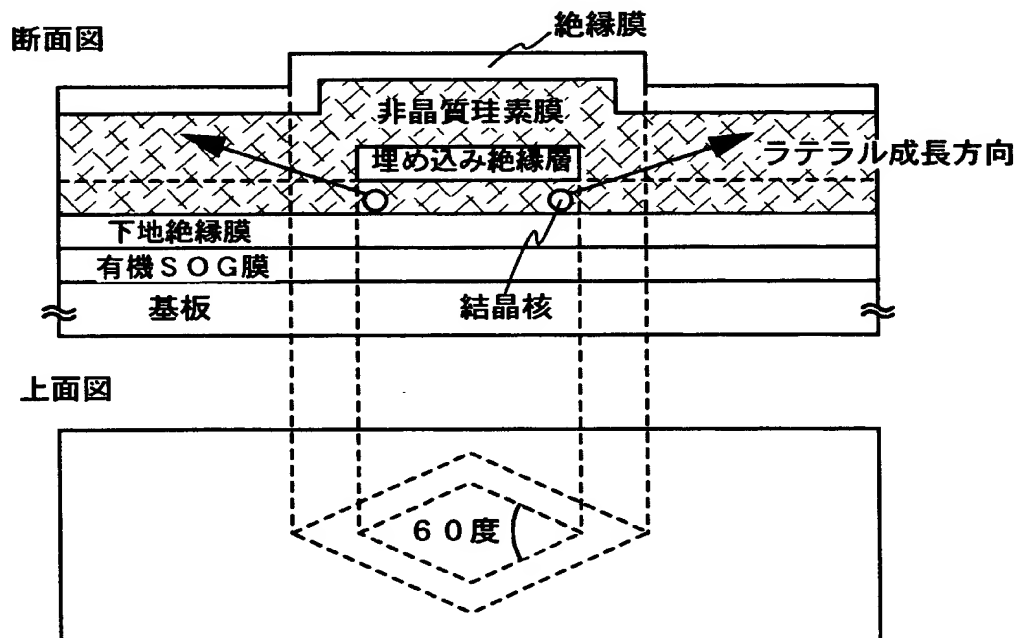
(A)



(B)

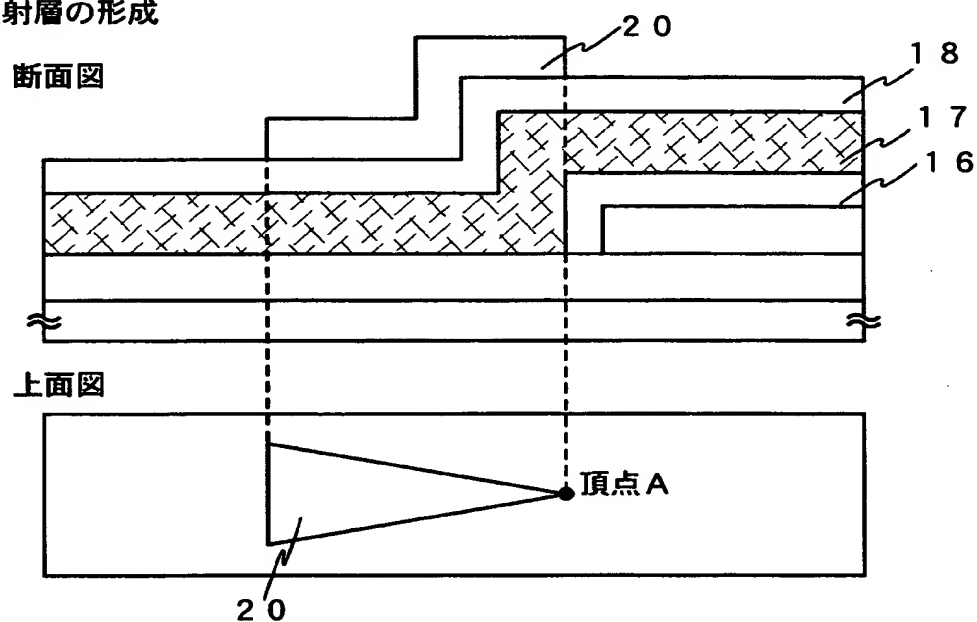


(C)

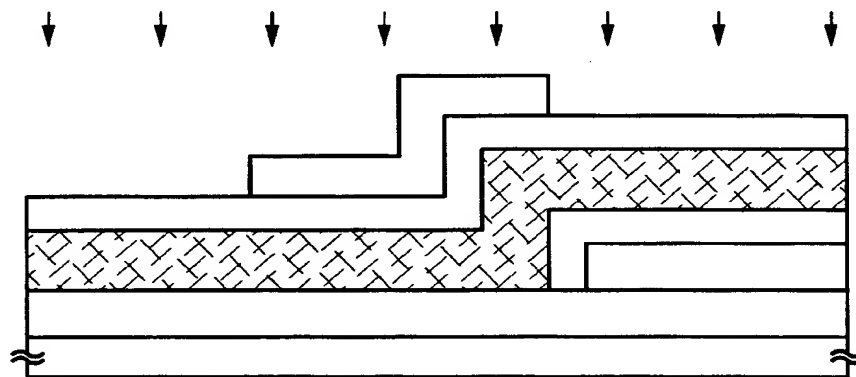


【図 7】

(A) 反射層の形成

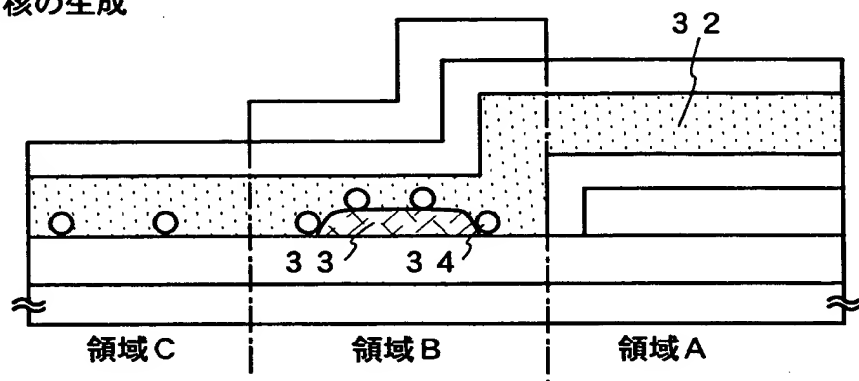


(B) 基板の表面側からのレーザービームの照射



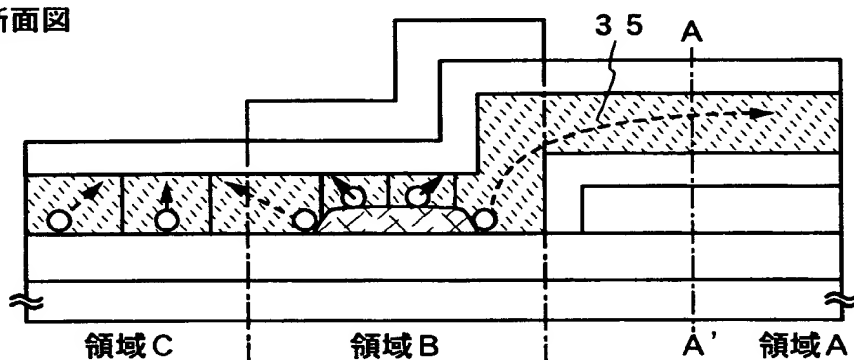
【図 8】

(A) 結晶核の生成

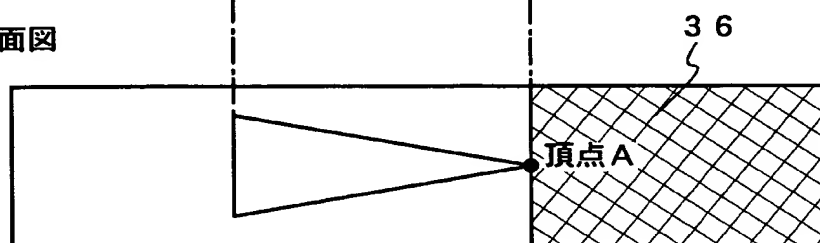


(B) 結晶成長の進行

断面図

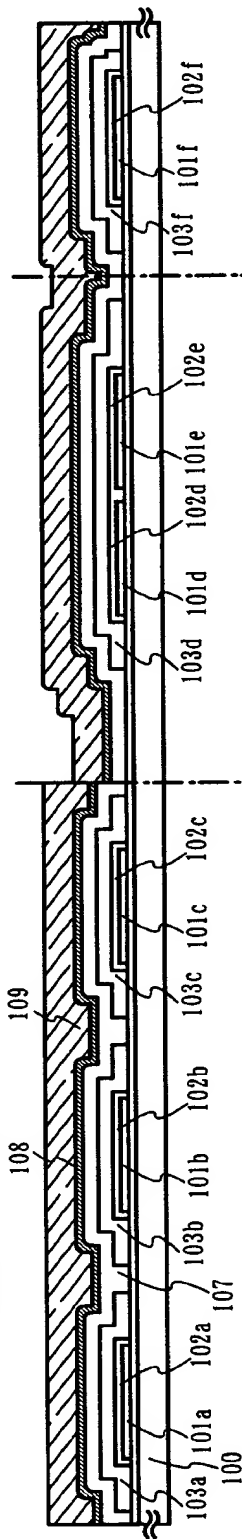


上面図

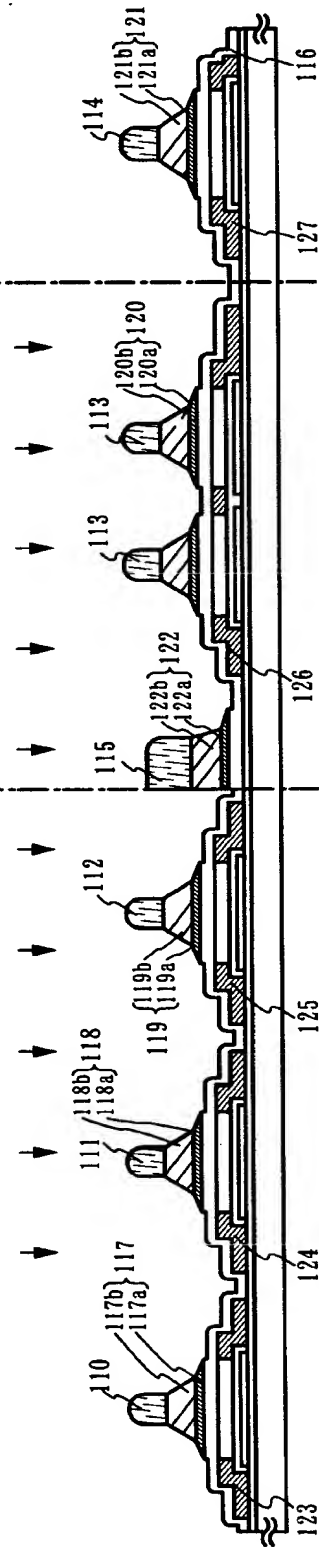


【図 9】

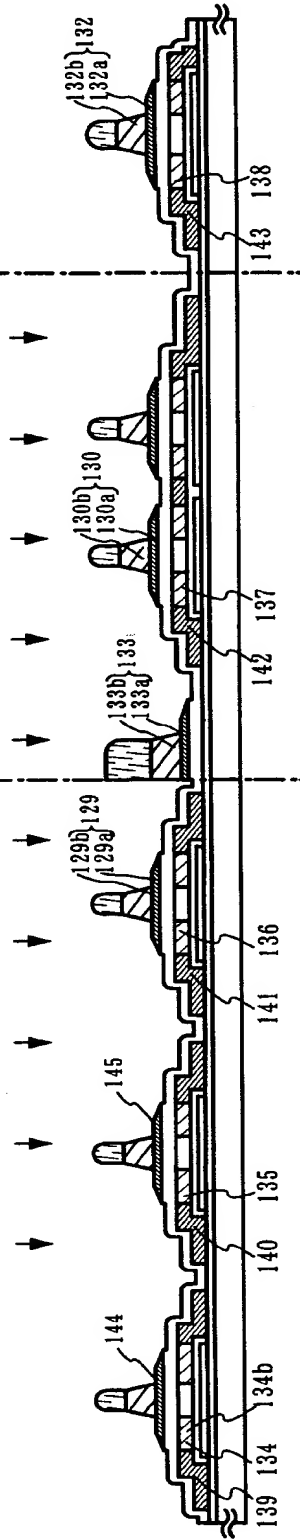
(A) 下地絶縁膜の形成/保温層の形成/半導体層の形成/第1の導電膜と第2の導電膜の形成



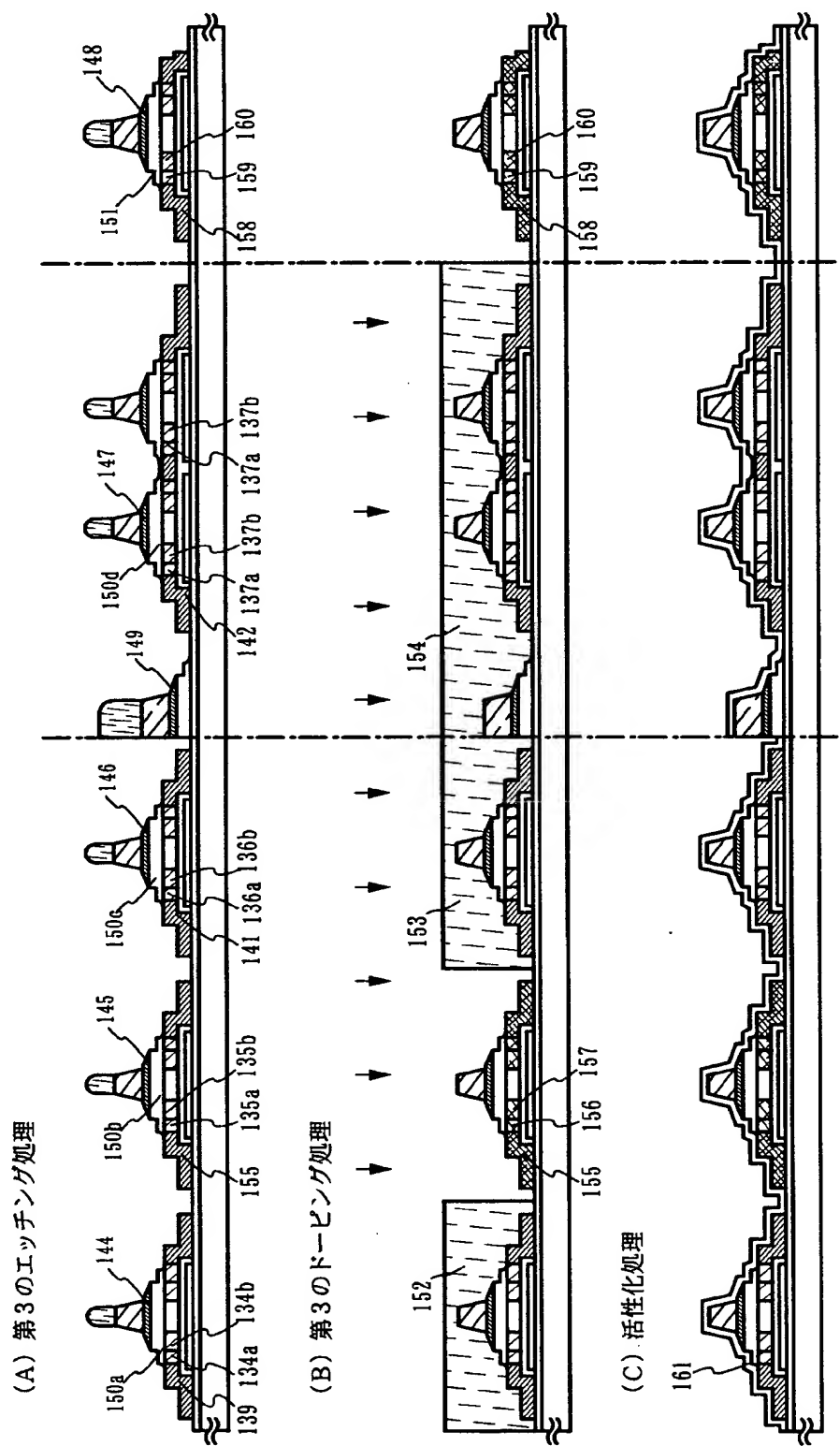
(B) 第1のエッチング工程/第1のドーピング処理



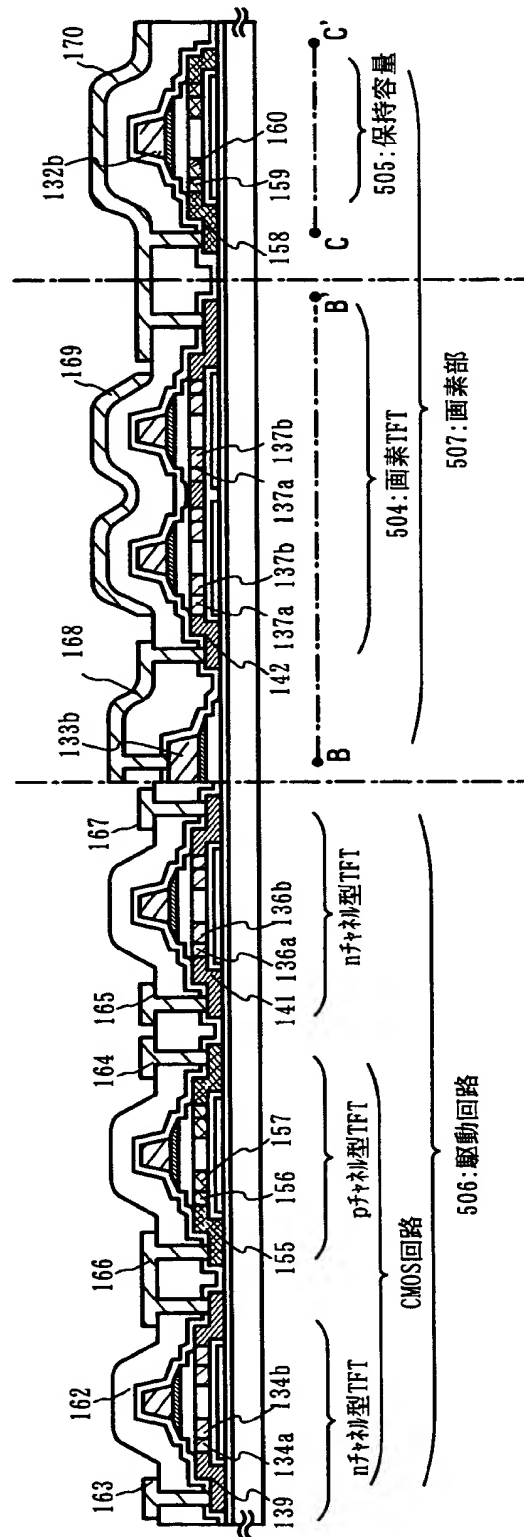
(C) 第2のエッチング処理/第2のドーピング処理



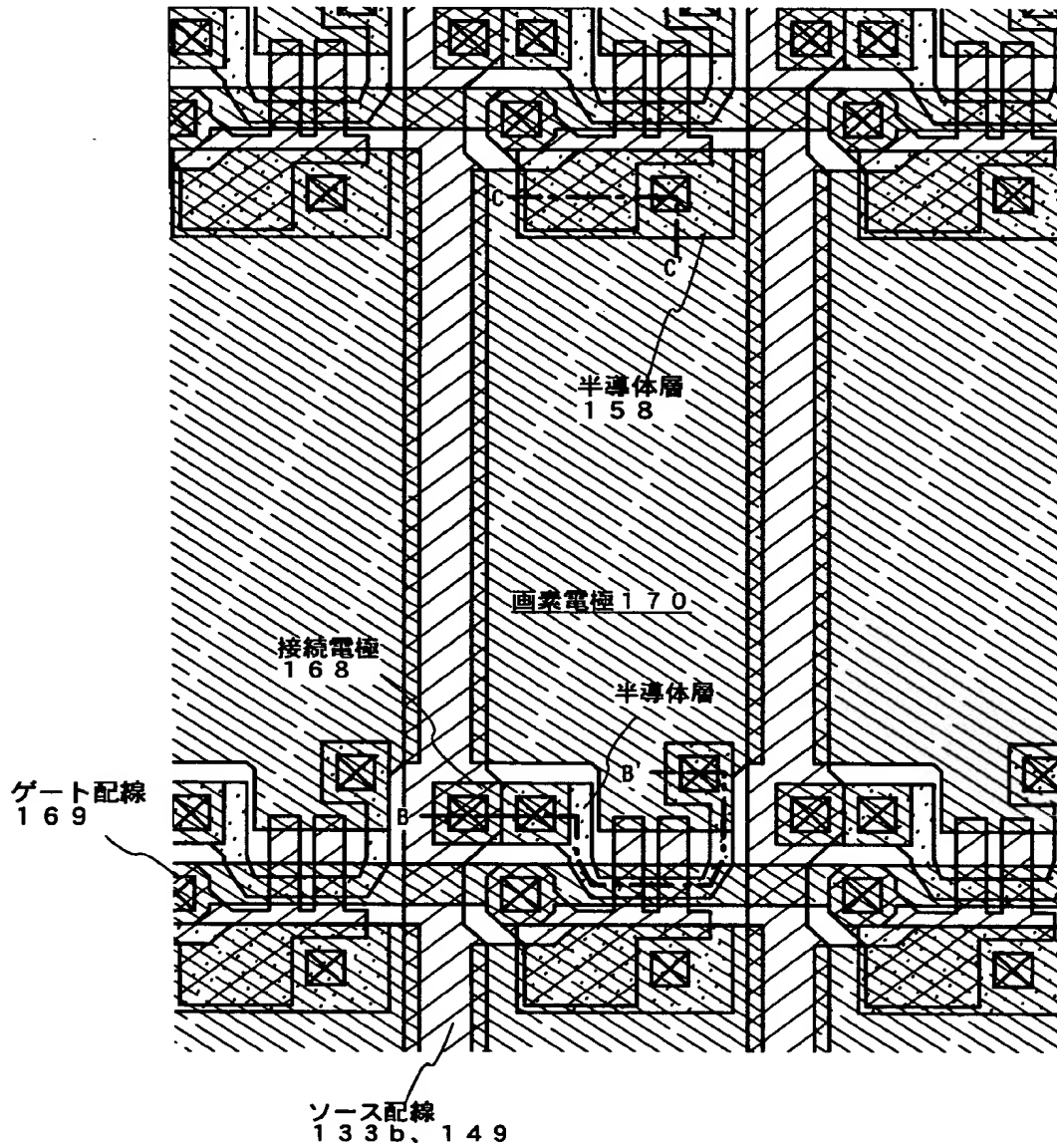
【図10】



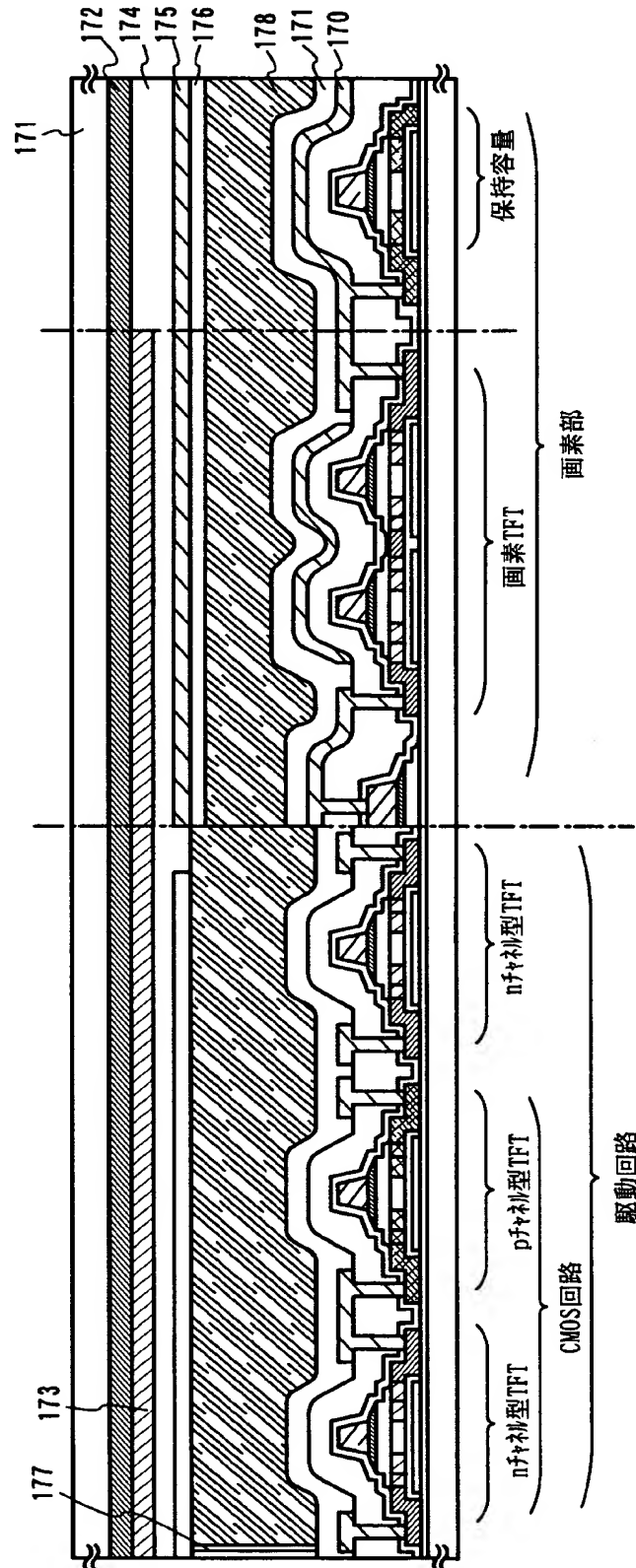
【図 11】



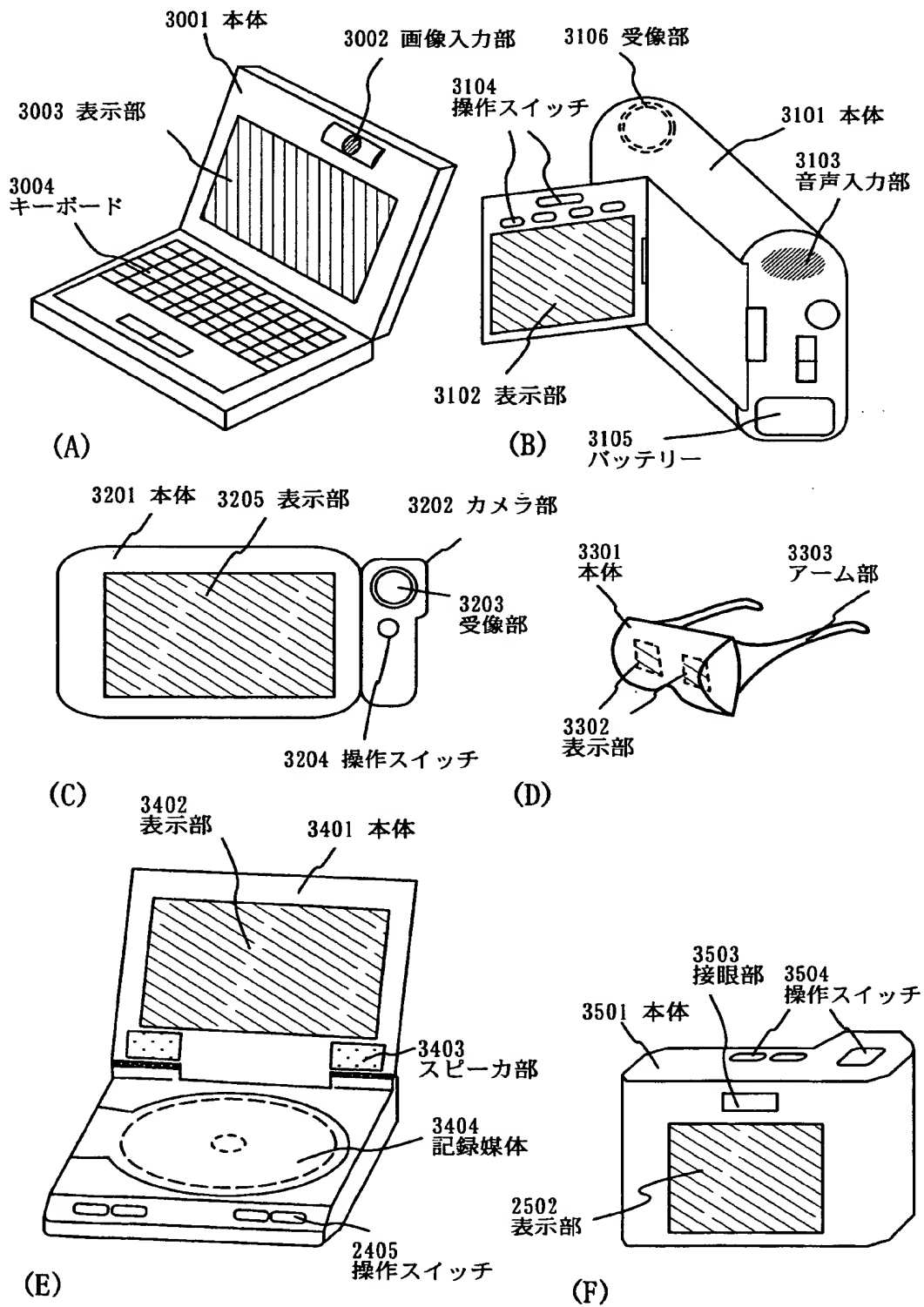
【図 12】



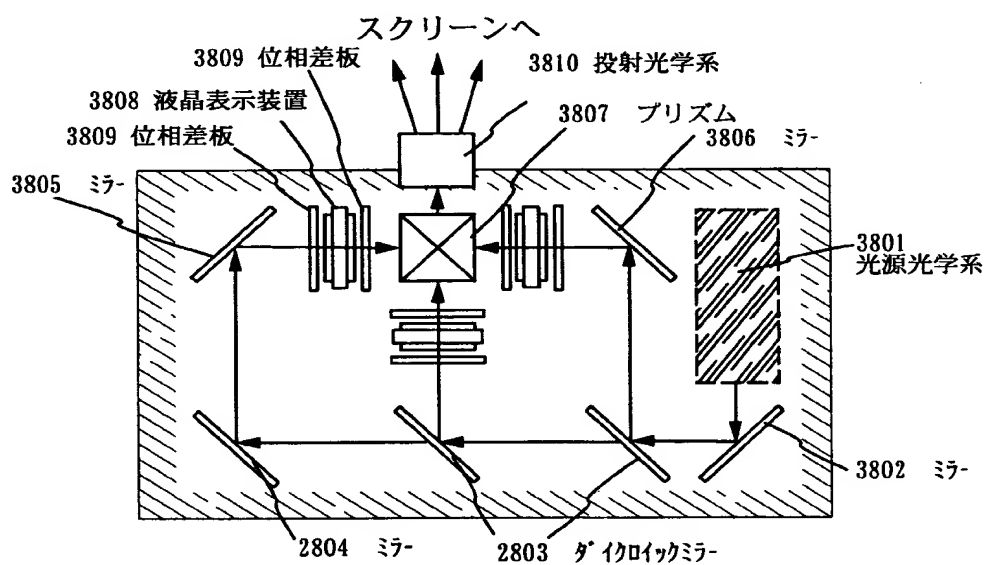
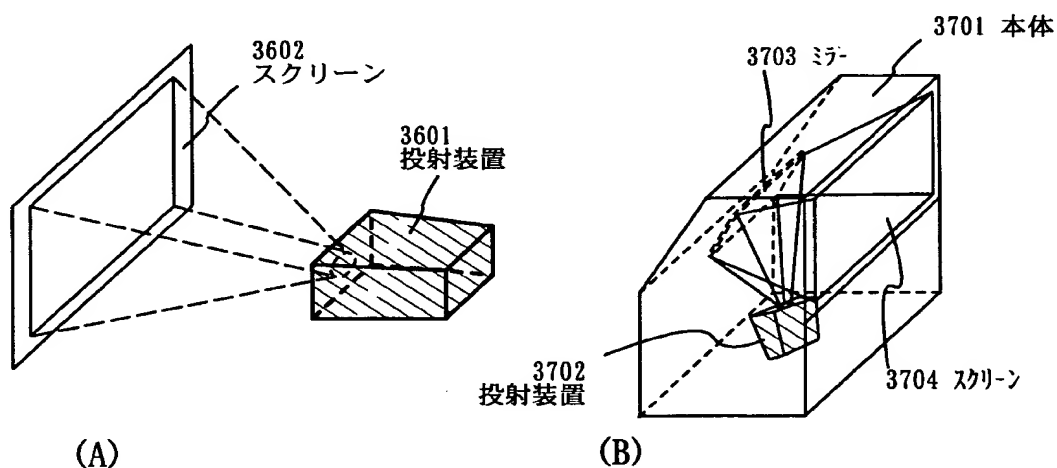
【図13】



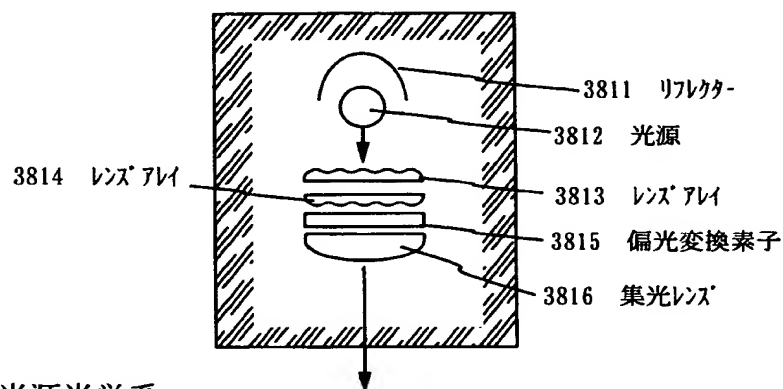
【図 1 4】



【図 15】

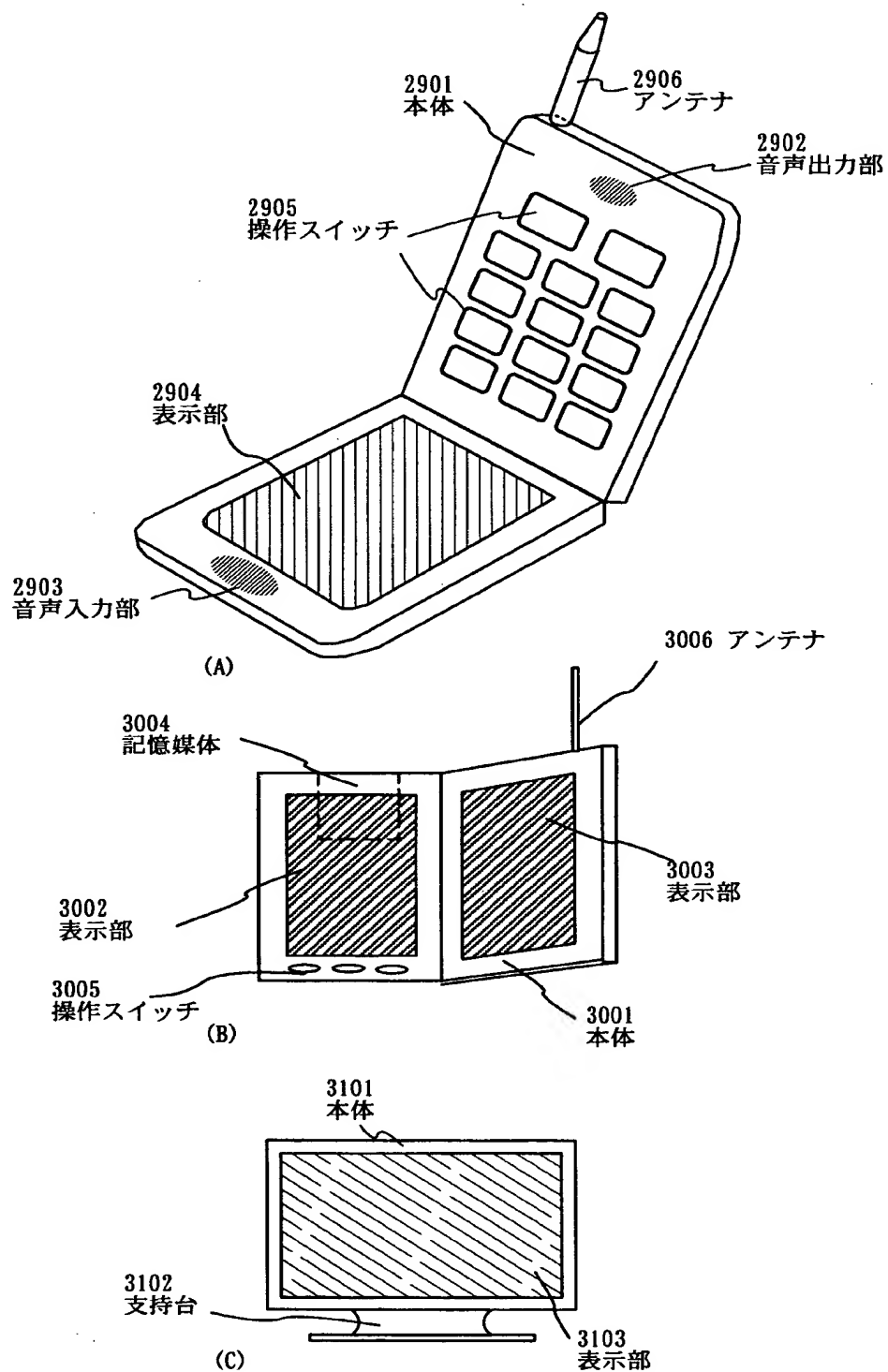


(C) 投射装置 (三板式)



(D) 光源光学系

【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 結晶粒の位置と大きさを制御した結晶質半導体膜を作製し、さらにその結晶質半導体膜をTFTのチャネル形成領域に用いることにより、高速動作の可能なTFTを実現させることを目的とする。

【解決手段】

下地にメタルや高熱伝導度の絶縁膜を用いずにラテラル成長の発生場所と方向を制御する。

下地絶縁膜上に保温層を形成し、半導体膜上に部分的に反射層を形成し、基板の表面側からレーザビームを照射する。反射層による半導体膜の実効的な照射強度の分布および保温層の保温効果により、半導体内部に温度勾配が生じる。これらを利用して、ラテラル成長の発生場所と方向を制御し、大粒径の結晶を得ることが出来る。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市長谷398番地

氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所